



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 13 991 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 06 F 17/50
G 01 R 29/08
G 01 R 31/00

②1 Aktenzeichen: 199 13 991.1
②2 Anmeldetag: 29. 3. 99
④3 Offenlegungstag: 16. 12. 99

③0 Unionspriorität:
10-094157 07. 04. 98 JP

⑦1 Anmelder:
Fujitsu Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:
W. Seeger und Kollegen, 81369 München

⑦2 Erfinder:
Nagase, Kenji, Kawasaki, Kanagawa, JP; Ohtsu,
Shinichi, Kawasaki, Kanagawa, JP; Mukai, Makoto,
Kawasaki, Kanagawa, JP; Kishimoto, Takeshi,
Kawasaki, Kanagawa, JP; Nishino, Sekiji, Kawasaki,
Kanagawa, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, Verfahren zum Ausführen der Berechnung und Speichermedium, das Programme dafür speichert

⑤7 Eine Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, die eine Hochgeschwindigkeitssimulation des elektrischen Stroms ermöglicht, der aufgrund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt, und ein Verfahren und ein Speichermedium, das Programme speichert, die für dasselbe verwendet werden, bei dem eine Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, in einer Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes geteilt wird und das Momentenverfahren verwendet wird, um die Wirkung der Funkwelle auf eine elektronische Vorrichtung zu simulieren, indem die gegenseitige Impedanz für nur eine Frequenzkomponente von den obigen drei Frequenzkomponenten berechnet wird und jene gegenseitige Impedanz verwendet wird, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen, um den elektrischen Strom zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, und jene gegenseitige Impedanz verwendet wird, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für eine Frequenz von ihnen zu lösen, während die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, um den elektrischen Strom der Frequenzkomponente zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, und die elektrischen Ströme der verbleibenden Frequenzkomponenten durch Proportionaloperationen berechnet werden, wodurch es möglich ist, den elektrischen Strom mit ...

DE 199 13 991 A 1

DE 199 13 991 A 1

BEST AVAILABLE COPY

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, wodurch eine Hochgeschwindigkeitssimulation eines elektrischen Stroms ermöglicht wird, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt, und ein Speichermedium, das Programme speichert, die dafür verwendet werden.

Eine der neuen Bedingungen, die durch das gesellschaftliche Umfeld elektronischen Vorrichtungen auferlegt werden, ist die, daß sie durch Funkwellen von unter einem gewissen Niveau, die von anderen elektronischen Vorrichtungen abgestrahlt werden, nicht beeinträchtigt werden. Diesbezüglich sind in den Hauptländern der Welt strenge Bestimmungen festgelegt worden.

Im Rahmen der Bestimmungen in bezug auf Funkwellen werden Prüfungen durchgeführt, um zu bestimmen, ob elektronische Vorrichtungen durch Funkwellen, die von Antennen abgestrahlt werden, beeinträchtigt werden. Dies hat die Entwicklung einer Technik zum Simulieren der Wirkung von Funkwellen, die von Antennen abgestrahlt werden, auf elektronische Vorrichtungen erforderlich gemacht.

2. Beschreibung der verwandten Technik

Der elektrische Strom und der magnetische Strom, die durch Teile eines Objektes fließen, können theoretisch bestimmt werden, indem Maxwellsche elektromagnetische Gleichungen unter gegebenen Grenzbedingungen gelöst werden.

Als Lösungsverfahren dafür gibt es das Momentenverfahren. Das Momentenverfahren ist eines der Verfahren zum Lösen von Integrationsgleichungen, die von Maxwellschen elektromagnetischen Gleichungen hergeleitet werden, indem ein Objekt in kleine Elemente segmentiert wird, und ermöglicht es deshalb, jegliches dreidimensional geformte Objekt zu bewältigen. Als Druckschrift bezüglich des Momentenverfahrens existiert von H. N. Wang, J. H. Richmond und M. C. Gilreath: "Sinusoidal reaction formulation for radiation and scattering from conducting surface", IEEE TRANSACTIONS ANTENNAS PROPAGATION, Bd. AP-23, 1975.

Der elektrische Strom und der magnetische Strom, die durch Elemente fließen, werden ermittelt, indem die Konfiguration einer zu simulierenden Vorrichtung in Maschen segmentiert wird, eine zu verarbeitende Frequenz selektiert wird, die wechselseitige Impedanz, die wechselseitige Admittanz und die wechselseitige Reaktion zwischen den maschenartigen Elementen für die selektierte Frequenz ermittelt werden, indem vorbestimmte Berechnungen ausgeführt werden, die ermittelte gegenseitige Impedanz, etc., und eine Wellenquelle, die durch die Konfigurationsinformationen spezifiziert ist, in Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren eingesetzt werden und jene Gleichungen gelöst werden.

Das heißt, wenn ein Metallobjekt behandelt wird, wird der Metallabschnitt in Maschen als Analyseobjekt segmentiert, wird die gegenseitige Impedanz Z (Wert bei der verarbeiteten Frequenz) zwischen maschenartigen Metallelementen ermittelt und werden die Simultangleichungen des Momentenverfahrens gelöst, die zwischen der gegenseitigen Impedanz Z_{ij} , einer Wellenquelle V_i von jener Frequenz-

komponente und einem elektrischen Strom I_i jener Frequenzkomponente, der durch die vermaschten Metallelemente fließt, gelten:

$$[Z_{ij}][I_i] = V_i$$

wobei $[]$ eine Matrix bezeichnet, um den elektrischen Strom I_i zu ermitteln, der durch die Metallelemente fließt.

Es sei erwähnt, daß die gegenseitige Impedanz die Beziehung zwischen dem elektrischen Feld, das durch den elektrischen Strom induziert wird, der durch ein Element fließt, und dem elektrischen Strom, der durch ein anderes Element fließt, darstellt. Die gegenseitige Admittanz wird erforderlich, wenn die Existenz eines Dielektrikums berücksichtigt wird, und sie stellt die Beziehung zwischen einem Magnetfeld, das durch einen magnetischen Strom induziert wird, der durch ein Element hindurchtritt, und dem magnetischen Strom dar, der durch ein anderes Element hindurchtritt. Die gegenseitige Reaktion wird erforderlich, wenn die Existenz eines Dielektrikums berücksichtigt wird, und sie stellt die Beziehung zwischen dem elektrischen Feld (Magnetfeld), das durch einen elektrischen Strom (magnetischen Strom) induziert wird, der durch ein Element fließt, und dem magnetischen Strom (elektrischen Strom) dar, der durch ein anderes Element fließt. Ein elektrischer Strom fließt durch Metall, während ein elektrischer Strom und magnetischer Strom auf der Oberfläche des Dielektrikums fließen.

Bis zu der heutigen Zeit ist tatsächlich keine Technik zur Simulation der Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung entwickelt worden.

Jetzt ist es jedoch möglich geworden, die Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung unter Einsatz des Momentenverfahrens zu simulieren.

Das heißt, die zu simulierende elektronische Vorrichtung und die Antenne, welche die Funkwelle abstrahlt, werden als einzelnes Objekt zur Anwendung des Momentenverfahrens festgelegt, dies wird in Elemente segmentiert, und die gegenseitige Impedanz, etc., zwischen Elementen wird durch vorbestimmte Berechnungen ermittelt. Die ermittelte gegenseitige Impedanz, etc., und Wellenquellen, die durch die Konfigurationsinformationen spezifiziert sind (Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung und Wellenquelle der Antenne), werden in die Simultangleichungen des Momentenverfahrens eingesetzt, und die Gleichungen werden gelöst, um den elektrischen Strom und magnetischen Strom festzustellen, die durch die elektronische Vorrichtung fließen. Deshalb ist es möglich geworden, die Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung zu simulieren.

Hinsichtlich dessen offenbaren die jetzigen Erfinder in der japanischen Patentanmeldung Nr. 9-90412, die USSN 08/803,166 und der deutschen Patentanmeldung Nr. 97 10 787.0 entspricht, den Einsatz des Momentenverfahrens, um die Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung zu simulieren.

Bei dieser Erfindung wurde der Fakt berücksichtigt, daß dann, falls die Frequenz der Trägerwelle f_c ist und die Frequenz der Modulationswelle f_m ist, wenn die Amplitudenmodulation angewendet wird, die Frequenz der Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, in drei Teile zerlegt werden kann, das heißt, in f_c , $(f_c + f_m)$ und $(f_c - f_m)$, und das Momentenverfahren wird angewendet, indem die elektronische Vorrichtung, die zu simulieren ist, und die Antenne, welche die Funkwelle abstrahlt, als einzelnes Objekt zur Anwendung des Momentenverfahrens festgelegt werden,

wobei das Momentenverfahren auf die obigen drei Wellenquellen angewendet wird. Somit wird es möglich, die Wirkung der Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf die elektronische Vorrichtung zu simulieren.

Gemäß der japanischen Patentanmeldung Nr. 9-90412 trifft es zu, daß es möglich ist, die Wirkungen einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung zu simulieren.

Gemäß der japanischen Patentanmeldung Nr. 9-90412 ist es jedoch erforderlich, für die Frequenz f_c die gegenseitige Impedanz, die gegenseitige Admittanz und die gegenseitige Reaktion zu berechnen und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen, für die Frequenz ($f_c + f_m$) die gegenseitige Impedanz, die gegenseitige Admittanz und die gegenseitige Reaktion zu berechnen und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen und für die Frequenz ($f_c - f_m$) die gegenseitige Impedanz, die gegenseitige Admittanz und die gegenseitige Reaktion zu berechnen und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen.

Diese Berechnung der gegenseitigen Impedanz, der gegenseitigen Admittanz und der gegenseitigen Reaktion nimmt jedoch eine extrem lange Zeit in Anspruch. Auf Grund dessen besteht das Problem, daß eine Hochgeschwindigkeitssimulation der Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung unter Verwendung der Erfindung der japanischen Patentanmeldung Nr. 9-90412 nicht möglich ist.

Es sei erwähnt, daß die jetzigen Erfinder in der Erfindung der japanischen Patentanmeldung Nr. 9-90412 hauptsächlich eine Technik zur Simulation eines elektrischen Stroms, eines magnetischen Stroms und einer Intensität eines elektromagnetischen Feldes im Zeitbereich unter Verwendung des Verfahrens einer Hochgeschwindigkeitsberechnung der gegenseitigen Impedanz, gegenseitigen Admittanz und gegenseitigen Reaktion offenbart, das in der japanischen ungeprüften Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 9-196986 (japanische Patentanmeldung Nr. 7-298062) offenbart ist.

Um ferner die Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung zu simulieren, ist es erforderlich, daß die Intensität des elektrischen Feldes, das auf die elektronische Vorrichtung angewendet wird, lokalen Gesetzesbedingungen entspricht.

Die japanische Patentanmeldung Nr. 9-90412 berücksichtigt diesen Punkt jedoch nicht. Wenn die Erfindung der japanischen Patentanmeldung Nr. 9-90412 genutzt wird, um die Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung zu simulieren, ist es notwendig, die Positionen der Antenne und der elektronischen Vorrichtung auf einer Basis des systematischen Probierens für die Simulation zu verändern. Deshalb wird das Problem bestehen, daß eine Hochgeschwindigkeitssimulation der Wirkung einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung nicht möglich sein wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die vorliegende Erfindung wurde in Anbetracht dieser Situation gemacht. Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine neue Vorrichtung und ein neues Verfahren zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld vorzusehen, wodurch eine Hochgeschwindigkeitssimulation des elektrischen Stroms ermöglicht wird, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt, und ein Speichermedium vorzusehen, das Programme speichert, die dafür verwendet werden.

Um die obige Aufgabe zu erfüllen, wird bei der vorliegenden Erfindung eine Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, in eine Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes geteilt und das Momentenverfahren verwendet, um die Wirkung der Funkwelle auf eine elektronische Vorrichtung zu simulieren. Es wird die gegenseitige Impedanz für nur eine Frequenzkomponente von den obigen drei Frequenzkomponenten berechnet und die berechnete gegenseitige Impedanz verwendet, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen, um den elektrischen Strom zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, und jene gegenseitige Impedanz verwendet, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für eine Frequenz von ihnen zu lösen, während die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, um den elektrischen Strom von jener Frequenzkomponente zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, und die elektrischen Ströme der übrigen Frequenzkomponenten werden durch eine Proportionaloperation berechnet. Dadurch ist es möglich, den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt. Als Resultat kann eine Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld realisiert werden, die eine Hochgeschwindigkeitssimulation des elektrischen Stroms möglich macht, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die obige Aufgabe und Merkmale der vorliegenden Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen deutlicher hervor, in denen:

Fig. 1A, 1B und 1C Ansichten der Basiskonfiguration der vorliegenden Erfindung sind;

Fig. 2 eine andere Ansicht der Basiskonfiguration der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 3 eine Ansicht einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 4 eine Ansicht ist, welche die Testbestimmungen erläutert;

Fig. 5 eine Ansicht ist, die ein Antennenmodell erläutert;

Fig. 6A und 6B Ansichten sind, die eine Funkwelle erläutern, die von einer Antenne abgestrahlt wird;

Fig. 7 eine Ansicht des Verarbeitungsablaufs eines Programms zum Erzeugen eines Antennenmodells ist;

Fig. 8A und 8B andere Ansichten des Verarbeitungsablaufs durch ein Programm zum Erzeugen eines Antennenmodells sind;

Fig. 9 eine Ansicht des Verarbeitungsablaufs durch ein Simulationsprogramm ist;

Fig. 10 eine andere Ansicht des Verarbeitungsablaufs durch ein Simulationsprogramm ist;

Fig. 11 eine Ansicht ist, die das Berechnungsverfahren der gegenseitigen Impedanz erläutert;

Fig. 12A und 12B andere Ansichten sind, die das Berechnungsverfahren der gegenseitigen Impedanz erläutern;

Fig. 13 eine Ansicht ist, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren erläutert;

Fig. 14 eine Ansicht ist, welche die Spannung zwischen Leitern erläutert;

Fig. 15A, 15B und 15C andere Ansichten sind, welche die Spannung zwischen Leitern erläutern;

Fig. 16 eine Ansicht ist, welche die LDU-Zerlegung erläutert;

Fig. 17 eine Ansicht ist, welche die LU-Zerlegung erläutert; und

Fig. 18 eine Ansicht ist, welche Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren erläutert.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

Als nächstes werden unter Bezugnahme auf die betreffenden Figuren bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung beschrieben.

Fig. 1A, 1B und 1C und Fig. 2 zeigen die Basiskonfiguration der vorliegenden Erfindung.

In der Figur ist 1 eine Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, auf die die vorliegende Erfindung angewendet wird. Die Vorrichtung simuliert den elektrischen Strom, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt.

Die Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld liest die Konfigurationsinformationen der zu simulierenden elektronischen Vorrichtung aus einer Konfigurationsdatei 2 der elektronischen Vorrichtung und segmentiert die elektronische Vorrichtung und die Antenne, die für die Simulation verwendet wird (deren Konfigurationsinformationen aus einer Antennenkonfigurationsdatei 4 gelesen werden, die in Fig. 2 gezeigt ist) in Elemente. In dem Fall, wenn ein Dielektrikum nicht berücksichtigt wird, wird die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und werden Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren gelöst, welche die Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, Wellenquellen und elektrischen Strömen definieren, die durch Elemente fließen, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt. Die Resultate jener Simulation werden an eine Ausgabevorrichtung 3 ausgegeben.

Die Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1A gezeigten Basiskonfiguration ist versehen mit einem ersten Berechnungsmittel 10, einem Zerlegungsmittel 11 und einem zweiten Berechnungsmittel 12.

Das erste Berechnungsmittel 10 bestimmt eine repräsentative Frequenz (zum Beispiel die Trägerwelle) bezüglich der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes der Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, und berechnet die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz.

Das Zerlegungsmittel 11 wendet eine LU-Zerlegung oder LDU-Zerlegung auf die Matrix der gegenseitigen Impedanz an, die durch das erste Berechnungsmittel 10 berechnet wurde.

Das zweite Berechnungsmittel 12 löst die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel 10 berechnet wurde, für die Trägerwellenfrequenz, die Frequenz des oberen Seitenbandes und die Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Wenn ein Dielektrikum berücksichtigt wird, werden die gegenseitige Admittanz und gegenseitige Reaktion zwischen Elementen bei der repräsentativen Frequenz zusätzlich zu der gegenseitigen Impedanz berechnet, und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren unter Be-

rücksichtigung eines Dielektrikums mit der gegenseitigen Impedanz, gegenseitigen Admittanz und gegenseitigen Reaktion werden gelöst.

Die Funktionen der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1A gezeigten Basiskonfiguration werden genauer gesagt durch Programme realisiert. Die Programme werden auf einer Diskette oder einem anderen Medium gespeichert, auf der Platte, etc., eines Servers, etc., gespeichert und von diesen Platten, etc., in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld installiert und in einem Speicher zum Realisieren der vorliegenden Erfindung betrieben.

In der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1A gezeigten Basiskonfiguration bestimmt das erste Berechnungsmittel 10 eine repräsentative Frequenz unter Berücksichtigung dessen, daß zwischen der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, die eine Funkwelle bilden, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, nur eine kleine Differenz vorhanden ist. Es berechnet dann die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz, um die gegenseitige Impedanz zu berechnen, die diesen Frequenzen gemeinsam ist.

Das zweite Berechnungsmittel 12, das diese gegenseitige Impedanz empfängt, löst die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der berechneten gegenseitigen Impedanz für die Trägerwellenfrequenz, die Frequenz des oberen Seitenbandes und die Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Wenn das Zerlegungsmittel 11 vorgesehen ist, verwendet das zweite Berechnungsmittel 12 dabei die LU-zerlegte oder LDU-zerlegte Matrix der gegenseitigen Impedanz, um das Momentenverfahren zu lösen. Die LU-Zerlegung oder LDU-Zerlegung erfordert Zeit, aber es ist möglich, das Momentenverfahren unter Verwendung einer LU-zerlegten oder LDU-zerlegten Matrix der gegenseitigen Impedanz mit hoher Geschwindigkeit zu lösen. Insgesamt wird es deshalb möglich, Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit hoher Geschwindigkeit zu lösen.

Auf diese Weise wird in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1A gezeigten Basiskonfiguration, wenn die Konfiguration so ist, um eine Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, in eine Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes zu zerlegen und das Momentenverfahren zu verwenden, um die Wirkung der Funkwelle zu simulieren, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, die gegenseitige Impedanz für nur eine Frequenzkomponente von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes berechnet, die berechnete gegenseitige Impedanz verwendet, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Trägerwellenfrequenz zu lösen, um den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Frequenz des oberen Seitenbandes zu lösen, um den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine

Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Frequenz des unteren Seitenbandes zu lösen, um den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt. Deshalb ist es möglich, den Strom, der durch den elektrischen Strom auf Grund einer Funkwelle fließt, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren.

Die Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1B gezeigten Basiskonfiguration ist mit einem ersten Berechnungsmittel 20, einem zweiten Berechnungsmittel 21 und einem dritten Berechnungsmittel 22 versehen.

Das erste Berechnungsmittel 20 bestimmt eine repräsentative Frequenz von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, die eine Funkwelle bilden, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, und berechnet die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz.

Das zweite Berechnungsmittel 21 löst die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel 20 berechnet wurde, für eine von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, während die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Das dritte Berechnungsmittel 22 berechnet die elektrischen Ströme außer dem elektrischen Strom, der durch das zweite Berechnungsmittel 21 berechnet wurde, die auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließen, durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des elektrischen Stroms, der durch das zweite Berechnungsmittel 21 berechnet wurde, und des Wertes der Wellenquelle der Antenne.

Wenn ein Dielektrikum berücksichtigt wird, werden die gegenseitige Admittanz und gegenseitige Reaktion zwischen Elementen bei der repräsentativen Frequenz zusätzlich zu der gegenseitigen Impedanz berechnet, und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren werden unter Berücksichtigung eines Dielektrikums mit der gegenseitigen Impedanz, gegenseitigen Admittanz und gegenseitigen Reaktion gelöst.

Die Funktionen der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1B gezeigten Basiskonfiguration werden genauer gesagt durch Programme realisiert. Die Programme werden auf einer Diskette oder einem anderen Medium gespeichert, auf der Platte, etc., eines Servers, etc., gespeichert und von diesen Platten, etc., in der Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld installiert und in einem Speicher zum Realisieren der vorliegenden Erfindung betrieben.

In der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1B gezeigten Basiskonfiguration bestimmt das erste Berechnungsmittel 20 eine repräsentative Frequenz unter Berücksichtigung dessen, daß zwischen der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes,

des, die eine Funkwelle bilden, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, nur eine kleine Differenz vorhanden ist. Es berechnet dann die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz, um die gegenseitige Impedanz zu berechnen, die diesen Frequenzen gemeinsam ist.

In dem Fall, wenn das zweite Berechnungsmittel 21 die Trägerwellenfrequenz bei seinen Berechnungen verwendet, löst das zweite Berechnungsmittel 21, wenn es diese gegenseitige Impedanz empfängt, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Trägerwellenfrequenz mit der berechneten gegenseitigen Impedanz, während die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, um den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Wenn das dritte Berechnungsmittel 22 den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente empfängt, der durch das zweite Berechnungsmittel 21 berechnet wurde, berechnet es den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des berechneten elektrischen Stroms der Trägerwellenfrequenzkomponente, des Wertes der Wellenquelle der Antenne bei der Trägerwellenfrequenz und des Wertes der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des oberen Seitenbandes und berechnet auch den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des berechneten elektrischen Stroms der Trägerwellenfrequenzkomponente, des Wertes der Wellenquelle der Antenne bei der Trägerwellenfrequenz und des Wertes der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des unteren Seitenbandes.

Auf diese Weise wird in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1B gezeigten Basiskonfiguration, wenn sie so konfiguriert ist, um eine Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, in eine Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes zu zerlegen und das Momentenverfahren zu verwenden, um die Wirkung einer Funkwelle zu simulieren, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, die gegenseitige Impedanz für nur eine Frequenzkomponente von den obigen drei Frequenzen berechnet, die berechnete gegenseitige Impedanz verwendet, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für eine der Frequenzen von ihnen zu lösen, während die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, um den elektrischen Strom jener Frequenzkomponente zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, und die elektrischen Ströme der übrigen Frequenzkomponenten werden durch eine Proportionaloperation berechnet, so daß es möglich ist, den Strom, der durch den elektrischen Strom auf Grund einer Funkwelle fließt, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren.

Die Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1C gezeigten Basiskonfiguration ist versehen mit einem ersten Berechnungsmittel 30, einem Zerlegungsmittel 31, einem zweiten Berechnungsmittel 32, einem dritten Berechnungsmittel 33 und einem vierten Berechnungsmittel 34.

Das erste Berechnungsmittel 30 bestimmt eine repräsentative Frequenz von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, die eine Funkwelle bilden, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, und berechnet die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz.

Das Zerlegungsmittel 31 wendet eine LU-Zerlegung oder LDU-Zerlegung auf die Matrix der gegenseitigen Impedanz an, die durch das erste Berechnungsmittel 30 berechnet wurde.

Das zweite Berechnungsmittel 32 löst die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel 30 berechnet wurde, für die Frequenz von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, welche die Frequenz der Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung überlappt, die eine harmonische Komponente enthält, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Das dritte Berechnungsmittel 33 löst die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel 30 berechnet wurde, für eine der Frequenzen, die bei der Berechnung durch das zweite Berechnungsmittel 32 nicht verwendet wurden, um den elektrischen Strom zu berechnen, der nicht der elektrische Strom ist, der durch das zweite Berechnungsmittel 32 berechnet wurde, und auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Das vierte Berechnungsmittel 34 berechnet den elektrischen Strom, außer den elektrischen Strömen, die durch die zweiten und dritten Berechnungsmittel 32 und 33 berechnet wurden, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt, durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des elektrischen Stroms, der durch das dritte Berechnungsmittel 33 berechnet wurde, und des Wertes der Wellenquelle der Antenne.

Wenn ein Dielektrikum berücksichtigt wird, werden die gegenseitige Admittanz und gegenseitige Reaktion zwischen Elementen bei der repräsentativen Frequenz zusätzlich zu der gegenseitigen Impedanz berechnet, und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, der gegenseitigen Admittanz und der gegenseitigen Reaktion werden unter Berücksichtigung eines Dielektrikums gelöst.

Die Funktionen der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1C gezeigten Basiskonfiguration werden genauer gesagt durch Programme realisiert. Die Programme werden auf einer Diskette oder einem anderen Medium gespeichert, auf der Platte, etc., eines Servers, etc., gespeichert und von diesen Platten, etc., in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld installiert und in einem Speicher zum Realisieren der vorliegenden Erfindung betrieben.

In der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1C gezeigten Basiskonfiguration bestimmt das erste Berechnungsmittel 30 eine repräsentative Frequenz unter Berücksichtigung dessen, daß zwischen der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, die eine Funkwelle bilden, die durch eine Antenne ab-

gestrahlt wird, nur eine kleine Differenz besteht. Es berechnet dann die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz, um die gegenseitige Impedanz zu berechnen, die diesen Frequenzen gemeinsam ist.

In dem Fall, wenn die Trägerwellenfrequenz die Frequenz der Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung überlappt und die Frequenz des oberen Seitenbandes und die Frequenz des unteren Seitenbandes die Frequenz der Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung nicht überlappen, löst das zweite Berechnungsmittel 32, wenn es diese gegenseitige Impedanz empfängt, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der berechneten gegenseitigen Impedanz (Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung wird berücksichtigt) für die Trägerwellenfrequenz, um den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, während das dritte Berechnungsmittel 33 die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der berechneten gegenseitigen Impedanz (Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung wird nicht berücksichtigt) zum Beispiel für die Frequenz des oberen Seitenbandes löst, um den elektrischen Strom zum Beispiel der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Das vierte Berechnungsmittel 34 berechnet, wenn es den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes empfängt, der durch das dritte Berechnungsmittel 33 berechnet wurde, den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes, der auf Grund einer Funkwelle, die von einer Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des berechneten elektrischen Stroms der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes, des Wertes der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des oberen Seitenbandes und des Wertes der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des unteren Seitenbandes.

Wenn dabei das Zerlegungsmittel 31 vorgesehen ist, lösen die zweiten und dritten Berechnungsmittel 32 und 33 die Simultangleichungen des Momentenverfahrens unter Verwendung der LU-zerlegten oder LDU-zerlegten Matrix der gegenseitigen Impedanz. Die LU-Zerlegung und LDU-Zerlegung erfordern Zeit, aber es ist möglich, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren unter Verwendung einer LU-zerlegten oder LDU-zerlegten Matrix der gegenseitigen Impedanz mit hoher Geschwindigkeit zu lösen. Insgesamt wird es deshalb möglich, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit hoher Geschwindigkeit zu lösen.

Auf diese Weise wird in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 1C gezeigten Basiskonfiguration, wenn sie so konfiguriert ist, um eine Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, in eine Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes zu zerlegen und das Momentenverfahren zu verwenden, um die Wirkung einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, zu simulieren, die gegenseitige Impedanz für nur eine Frequenzkomponente von den obigen drei Frequenzen berechnet, wird die berechnete gegenseitige Impedanz verwendet, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Frequenz zu berechnen, welche die Frequenz der Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung überlappt, um den elektrischen Strom von jener Frequenzkomponente zu berechnen, der durch die elektronische Vor-

richtung fließt, werden die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für nur einen der elektrischen Ströme der nichtüberlappenden Frequenzkomponenten gelöst, um den elektrischen Strom von jener Frequenzkomponente zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, und wird der elektrische Strom der verbleibenden Frequenzkomponente durch eine Proportionaloperation berechnet, wodurch es möglich ist, den Strom mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren, der durch den elektrischen Strom auf Grund der Funkwelle fließt, die durch eine Antenne abgestrahlt wird.

Die Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 2 gezeigten Basiskonfiguration ist versehen mit einem Verwaltungsmittel 40, einem ersten Rechenmittel 41, einem zweiten Rechenmittel 42, einem Ausführungsmittel 43, einem Erfassungsmittel 44, einem Berechnungsmittel 45, einem Bestimmungsmittel 46 und einem Alarmmittel 47.

Das Verwaltungsmittel 40 verwaltet Antenneninformationen, die eine vorgeschriebene Intensität eines elektrischen Feldes auf eine elektronische Vorrichtung realisieren (Intensität des elektrischen Feldes, die in Bestimmungen, etc., vorgeschrieben ist).

Das erste Rechenmittel 41 geht von einem Zustand aus, bei dem keine elektronische Vorrichtung vorhanden ist, segmentiert die Antenne, die in dem Verwaltungsmittel 40 zu registrieren ist, in Elemente, berechnet die gegenseitige Impedanz zwischen diesen Elementen und löst die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, welche die Beziehung zwischen der berechneten gegenseitigen Impedanz, der Wellenquelle der Antenne und den elektrischen Strömen definieren, die durch die Elemente fließen, um die elektrischen Ströme zu berechnen, die durch diese Antennenelemente fließen. Bei dieser Berechnungsverarbeitung löst das erste Rechenmittel 41 die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für eine Frequenz von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der durch die Antenne fließt.

Das zweite Rechenmittel 42 berechnet die Intensität des elektrischen Feldes, welches der elektrische Strom, der durch das erste Rechenmittel 41 berechnet wurde, in der elektronischen Vorrichtung verursacht, an verschiedenen Installationsstellen.

Das Ausführungsmittel 43 verändert die Distanz zwischen der Antenne und der elektronischen Vorrichtung und den Wert der Wellenquelle der Antenne, um die spezifische Distanz und den Wert der Wellenquelle zu bestimmen, die die vorgeschriebene Intensität des elektrischen Feldes ergeben, die durch das zweite Rechenmittel 42 berechnet wurde, und registriert die so vorgeschriebenen Antenneninformationen in dem Verwaltungsmittel 40.

Das Erfassungsmittel 44 erfasst ein Antennenmodell zur Verwendung bei der Simulation von dem Verwaltungsmittel 40, wenn eine Simulationsanforderung ausgegeben wird.

Das Berechnungsmittel 45 segmentiert die elektronische Vorrichtung und die Antenne, die durch die Antenneninformationen bezeichnet wird, die durch das Erfassungsmittel 44 erfasst wurden, in Elemente, berechnet die gegenseitige Impedanz zwischen diesen Elementen und löst die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, die die Beziehung zwischen der berechneten gegenseitigen Impedanz, der Wellenquelle und elektrischen Strömen definieren, die durch die Elemente fließen, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt. Bei dieser Berechnungsverarbeitung kann das

Berechnungsmittel 45 den elektrischen Strom unter Verwendung der Hochgeschwindigkeitsberechnungsverfahren berechnen, die durch die Vorrichtungen 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit den in Fig. 1A bis 1C gezeigten Basiskonfigurationen ausgeführt werden.

Das Bestimmungsmittel 46 bestimmt einen Schwellenstrom für ein spezifiziertes Element und bestimmt eine Schwellenspannung für eine Position zwischen spezifizierten Leitelementen.

Das Alarmmittel 47 gibt Informationen bezüglich dessen aus, ob der elektrische Strom, der durch ein spezifiziertes Element fließt, einen Schwellenstrom überschreitet, der durch das Bestimmungsmittel 46 bestimmt wurde, und gibt Informationen diesbezüglich aus, ob die Spannung, die an einer Position zwischen spezifizierten Leitelementen erzeugt wird, eine Schwellenspannung überschreitet, die durch das Bestimmungsmittel 46 bestimmt wurde.

Wenn ein Dielektrikum berücksichtigt wird, werden die gegenseitige Admittanz und gegenseitige Reaktion zwischen Elementen zusätzlich zu der gegenseitigen Impedanz berechnet, und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren werden mit der gegenseitigen Impedanz, der gegenseitigen Admittanz und gegenseitigen Reaktion unter Berücksichtigung eines Dielektrikums gelöst.

Die Funktionen der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 2 gezeigten Basiskonfiguration werden genauer gesagt durch Programme realisiert. Die Programme werden auf einer Diskette oder einem anderen Medium gespeichert, auf der Platte, etc., eines Servers, etc., gespeichert und von diesen Platten, etc., in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld installiert und in einem Speicher zum Realisieren der vorliegenden Erfindung betrieben.

Wenn in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 2 gezeigten Basiskonfiguration das erste Rechenmittel 41 von einem Zustand ausgeht, bei dem keine elektronische Vorrichtung vorhanden ist, um die elektrischen Ströme zu berechnen, die durch Elemente der Antenne fließen, berechnet das zweite Rechenmittel 42 die Intensität des elektrischen Feldes, das durch den berechneten elektrischen Strom verursacht wird, bei dem elektrischen Strom an verschiedenen Installationsstellen.

Wenn das Ausführungsmittel 43 die Berechnungsverarbeitung des zweiten Rechenmittels 42 empfängt, verändert es die Distanz zwischen der Antenne und der elektronischen Vorrichtung und den Wert der Wellenquelle der Antenne, um die spezifische Distanz und den Wert der Wellenquelle zu bestimmen, welche die vorgeschriebene Intensität des elektrischen Feldes ergeben, die durch das zweite Rechenmittel 42 berechnet wurde, und es registriert die so vorgeschriebenen Antenneninformationen in dem Verwaltungsmittel 40.

Wenn das Erfassungsmittel 44 die Antenneninformationen empfängt, die durch das Verwaltungsmittel 40 verwaltet werden, erfasst es Antenneninformationen zur Verwendung bei der Simulation von dem Verwaltungsmittel 40, wenn eine Simulationsanforderung ausgegeben wird. Wenn das Berechnungsmittel 45 diese empfängt, segmentiert es die zu simulierende elektronische Vorrichtung und die Antenne, die durch die Antenneninformationen bezeichnet ist (Fig. 5), die durch das Erfassungsmittel 44 erfasst wurden, in Elemente, berechnet es die gegenseitige Impedanz zwischen diesen Elementen und löst die Simultangleichungen nach

dem Momentenverfahren, die die Beziehung zwischen der berechneten gegenseitigen Impedanz, der Wellenquelle und den elektrischen Strömen, die durch die Elemente fließen, definieren, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Zu dieser Zeit vergleicht das Alarmmittel 47 den elektrischen Strom, der durch ein spezifiziertes Element fließt und durch das Berechnungsmittel 45 berechnet wurde, und den Schwellenstrom, der durch das Bestimmungsmittel 46 bestimmt wurde, und gibt Informationen bezüglich dessen aus, ob der elektrische Strom den Schwellenstrom überschreitet. Ferner vergleicht das Alarmmittel 47 (i) die Spannung, die an einer Position zwischen spezifizierten Leitelementen erzeugt wird und hergeleitet wird, indem man die Spannung quer über einen Widerstand erzeugen läßt, der virtuell zwischen den Leitern eingefügt wird, und die man erhielte, falls der Widerstand einen unendlich großen Widerstandswert hätte, und (ii) die Schwellenspannung, die durch das Bestimmungsmittel 46 bestimmt wurde, und gibt Informationen diesbezüglich aus, ob diese Spannung die Schwellenspannung überschreitet.

Auf diese Weise werden in der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung mit der in Fig. 2 gezeigten Basiskonfiguration, wenn sie so konfiguriert ist, um das Momentenverfahren zu verwenden, um den Effekt einer Funkwelle zu simulieren, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, Antenneninformationen zum Realisieren einer vorgeschriebenen Intensität eines elektrischen Feldes für die elektronische Vorrichtung (Intensität des elektrischen Feldes, die in Bestimmungen, etc., vorgeschrieben ist) im voraus vorbereitet, und die Antenneninformationen werden verwendet, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen, um den elektrischen Strom zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, wenn eine Simulationsanforderung vorhanden ist, so daß es möglich ist, den elektrischen Strom mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, wenn eine vorgeschriebene Intensität des elektrischen Feldes auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, angewendet wird.

Die vorliegende Erfindung wird unten gemäß spezifischer Ausführungsformen eingehender erläutert.

Fig. 3 ist eine Ansicht einer Ausführungsform der Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung.

Die Vorrichtung 1 zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung gemäß dieser Ausführungsform ist versehen mit einer Konfigurationsdatendatei 2 der elektronischen Vorrichtung zum Verwalten von Informationen bezüglich der Konfigurationen von zu simulierenden elektronischen Vorrichtungen, einer Ausgabevorrichtung 3 zum Ausgeben der Resultate der Simulation, einer Antennenkonfigurationsdatendatei 4 zum Verwalten von Informationen bezüglich der Konfigurationen von Antennen, die für die Verarbeitung bei der Simulation verwendet werden, einem Antennenmodellerzeugungsprogramm 100, das durch eine Diskette oder durch eine Leitung, etc., installiert wird, zum Lesen der Konfigurationsinformationen einer Antenne aus der Antennenkonfigurationsinformationsdatendatei 4 und Erzeugen eines Antennenmodells, das für die Verarbeitung bei der Simulation verwendet wird, einer Antennenmodellbibliothek 200 zum Verwalten der Antennenmodelle, die durch das Antennenmodellerzeugungsprogramm 100 erzeugt werden, und einem Simulationsprogramm 300, das

durch eine Diskette oder durch eine Leitung, etc., installiert wird, zum Lesen der Konfigurationsinformationen einer elektronischen Vorrichtung, die zu simulieren ist, aus der Konfigurationsdatendatei 2 der elektronischen Vorrichtung, zum Simulieren des elektrischen Stroms, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und zum Ausgeben des Resultats der Simulation an die Ausgabevorrichtung 3.

Ein Test zum Prüfen der Wirkung einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, auf eine elektronische Vorrichtung wird ausgeführt, wie in Fig. 4 gezeigt, indem eine Testzone mit einer Größe von zum Beispiel $1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$ eingerichtet wird, in der eine elektronische Vorrichtung an einer Position in einer gewissen Höhe von dem Boden angeordnet wird (die in einem Zustand aufgebaut wird, so daß sie zu dem Boden rechtwinklig ist, wie in der Figur gezeigt), und ein elektrisches Feld mit einer vorgeschriebenen Größe auf die Testzone durch eine Funkwelle angewendet wird, die durch eine Antenne abgestrahlt wird (zum Beispiel ein elektrisches Feld von 3 V/m mit einer Differenz zwischen dem Maximalwert und Minimalwert von nicht mehr als 6 dB).

Das Antennenmodellerzeugungsprogramm 100 erzeugt ein Antennenmodell, welches die Testbedingungen realisiert. Genauer gesagt, es erzeugt, wie in Fig. 5 gezeigt, ein Antennenmodell, das umfaßt: ein Konfigurations-ID (welches die Antennenkonfigurationsinformationen spezifiziert, die in der Antennenkonfigurationsdatendatei 4 gespeichert sind), die Klasse der Antenne (Dipol, Log-Peri, Zweifachkonus, etc.), die Distanz zwischen der Antenne und der elektronischen Vorrichtung, die Höhe der Antenne, die Modulationsbedingung der Antenne, die Richtung, in der das elektrische Feld von der Antenne anzuwenden ist (horizontale Richtung/vertikale Richtung, vorn/hinten/rechts/links), das zulässige Niveau der Intensität des elektrischen Feldes in der Testzone (6 dB , 3 V/m , wie oben erwähnt) und die Anordnung der Ebene des gleichförmigen elektrischen Feldes der Testzone ($1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$, wie oben erwähnt).

Hierbei umfassen die Modulationsbedingungen der Antenne speziell Informationen (Bedingungen) bezüglich des Frequenzbereiches der Trägerwelle, der Frequenz f_c der Trägerwelle, der Frequenz f_m der Modulationswelle und darüber, ob die Modulation eine Amplitudenmodulation oder Impulsmodulation ist.

Falls das Modulationssignal $v(t)$ ist, wird die Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, wie folgt:

$$f(t) = A_0[1 + kv(t)]\exp(j\omega_c t)$$

Das Modulationssignal $v(t)$ wird durch eine komplexe Fourier-Reihe wie folgt erweitert:

$$v(t) = \sum c_n \exp(jn\omega_m t) \quad n = 0 \pm 1 \pm 2 \dots$$

In dieser Gleichung ist im Fall der Amplitudenmodulation " $n = 1$ ". Andererseits ist im Fall der Impulsmodulation " $n = 0$ bis $\pm \infty$ ", aber bei der Simulationsverarbeitung wird " $n = 0$ bis $\pm L$ " festgelegt. Deshalb ist

$$v(t) = \sum c_n \exp(jn\omega_m t) \quad n = 0 \pm 1 \dots \pm L$$

Falls dies eingesetzt wird in

$$f(t) = A_0[1 + kv(t)]\exp(j\omega_c t)$$

lautet das Resultat

$$f(t) = A_0[j\omega_c t] + A_0 k \Sigma c_n \exp[j(\omega_c + n\omega_m)t]$$

Infolgedessen kann bei der Amplitudenmodulation, wie in Fig. 6A gezeigt, die Wellenquelle der Antenne in drei Wellenquellen zerlegt werden, das heißt, in die Wellenquelle der Frequenz f_c der Trägerwelle, die Wellenquelle der Frequenz $(f_c + f_m)$ der Welle des oberen Seitenbandes und die Wellenquelle der Frequenz $(f_c - f_m)$ der Welle des unteren Seitenbandes. Ferner kann sie im Fall der Impulsmodulation, wie in Fig. 6B gezeigt, in die drei Typen von Wellenquellen zerlegt werden: die Wellenquelle der Frequenz f_c der Trägerwelle, die Wellenquellen der Frequenzen, die von f_c aus um f_m inkremental erhöht werden und die Frequenz der Welle des oberen Seitenbandes werden, und die Wellenquellen der Frequenzen, die von f_c aus f_m inkremental verringert werden und die Frequenz der Welle des unteren Seitenbandes werden.

Demgemäß werden bei dem Antennenmodell Informationen bezüglich des Frequenzbereiches der Trägerwelle, der Frequenz f_c der Trägerwelle, der Frequenz f_m der Modulationswelle und darüber verwaltet, ob die Modulation eine Amplitudenmodulation oder eine Impulsmodulation ist.

Fig. 7 und Fig. 8A und 8B zeigen eine Ausführungsform des Ablaufs der Verarbeitung, die durch das Antennenmodellerzeugungsprogramm 100 ausgeführt wird, während Fig. 9 und Fig. 10 ein Beispiel des Ablaufs der Verarbeitung zeigen, die durch das Simulationsprogramm 300 ausgeführt wird. Als nächstes wird die vorliegende Erfindung gemäß diesen Verarbeitungsabläufen eingehender erläutert.

Zuerst erfolgt gemäß dem Verarbeitungsablauf von Fig. 7 und Fig. 8A und 8B eine Erläuterung der Verarbeitung, die durch das Antennenmodellerzeugungsprogramm ausgeführt wird.

Wenn ein Bediener ein Konfigurations-ID spezifiziert und eine Anforderung zur Erzeugung eines Antennenmodells ausgibt, empfängt das Antennenmodellerzeugungsprogramm 100, wie in dem Verarbeitungsablauf von Fig. 7 und Fig. 8A und 8B gezeigt, zuerst bei Schritt (ST) 1 als Eingabe die Konfigurationsinformationen der Antenne, die durch das spezifiziertere Konfigurations-ID gekennzeichnet sind, von der Antennenkonfigurationsdatendatei 4 und segmentiert dann bei Schritt 2 die eingegebene Antenne, auf die die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren anzuwenden sind, in Elemente.

Als nächstes empfängt es bei Schritt 3 als Eingabe die Testbedingungen zur Simulation für die Antenne durch einen Dialog mit dem Bediener. Das heißt, es empfängt als Eingabe den Frequenzbereich der Trägerwelle von der Antenne (zum Beispiel 30 MHz bis 1 GHz), die Frequenz der Modulationswelle von der Antenne (zum Beispiel 1 kHz), den Modulationsmodus (Amplitudenmodulation/Impulsmodulation), die Höhe der Antenne, die Richtung, in der von der Antenne abgestrahlt wird, die Größe der Testzone (zum Beispiel 1,5 m × 1,5 m), das zulässige Niveau der Intensität des elektrischen Feldes in der Testzone (zum Beispiel 6 dB und 3 V/m) und andere Informationen, die das Antennenmodell bilden.

Hierbei wird von nun an der Abstand zwischen der Antenne und der Testzone bestimmt, um das eingegebene zulässige Niveau der Intensität der Wellenquelle der Antenne zu realisieren, und so wird der vorgeschriebene Anfangswert eingegeben. Dabei wird, wenn man den Anfangswert des Abstandes zwischen der Antenne und der Testzone betrachtet, ein kleiner Wert auch für den Abstand festgelegt, der bei der tatsächlichen Simulation verwendet wird, wie aus der späteren Erläuterung hervorgeht.

Als nächstes selektiert das Programm bei Schritt 4 eine Trägerwellenfrequenz auf eine Weise, bei der sie zum Bei-

spiel um 50 MHz inkremental erhöht wird, von dem Frequenzbereich der Trägerwelle, der bei Schritt 3 eingegeben wurde. Als nächstes wird bei Schritt 5 beurteilt, ob die Selektion aller Frequenzen beendet ist. Wenn beurteilt wird, daß nicht alle Frequenzen selektiert worden sind, das heißt, wenn beurteilt wird, daß bei Schritt 4 eine Trägerwellenfrequenz selektiert werden könnte, erfolgt ein Übergang zu Schritt 6, wo die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen, die bei Schritt 2 segmentiert wurden, bei der selektierten Trägerwellenfrequenz berechnet wird.

Die gegenseitige Impedanz wird speziell unter Annahme der Monopole berechnet, wie in Fig. 11 gezeigt (<1> bis <4> in der Figur).

Die allgemeine Gleichung der gegenseitigen Impedanz Z_{ij} zwischen einem Element i und einem Element j wird durch die Gleichung von Fig. 12A gezeigt. In der Figur bezeichnet ω die Winkelfrequenz, r den Abstand zwischen Monopolen, J_1 und J_2 die Verteilungsformen des elektrischen Stroms an den Monopolen und ϕ den Winkel zwischen Monopolen und

$$\rho_1 = (-1/j\omega) \times [\partial J_1 / \partial t] \text{ und } \rho_2 = (-1/j\omega) \times [\partial J_2 / \partial t].$$

Wenn hinsichtlich der Verteilungen J_1 , J_2 des elektrischen Stroms an den Monopolen folgendes angenommen wird:

Monopol des elektrischen Stroms <1>

$$J_1 = \text{sink}(z - z_0) / \text{sink} d_1$$

Monopol des elektrischen Stroms <2>

$$J_1 = \text{sink}(z_2 - z) / \text{sink} d_2$$

Monopol des elektrischen Stroms <3>

$$J_2 = \text{sink}(t - t_0) / \text{sink} d_3$$

Monopol des elektrischen Stroms <4>

$$J_2 = \text{sink}(t_2 - t) / \text{sink} d_4$$

wobei d_1 die Länge des Monopols <1>, d_2 die Länge des Monopols <2>, d_3 die Länge des Monopols <3> und d_4 die Länge des Monopols <4> ist, werden die gegenseitige Impedanz Z_{13} zwischen dem Monopol <1> und dem Monopol <3> und die gegenseitige Impedanz Z_{14} zwischen dem Monopol <1> und dem Monopol <4> so wie es durch die Gleichungen von Fig. 12B gegeben ist. Die gegenseitige Impedanz Z_{23} zwischen dem Monopol <2> und dem Monopol <3> und die gegenseitige Impedanz Z_{24} zwischen dem Monopol <2> und dem Monopol <4> sind durch ähnliche Gleichungen gegeben.

Als nächstes berechnet das Programm bei Schritt 6 (Fig. 7) diese Gleichungen, um die gegenseitige Impedanz Z_{ij} ($= Z_{13} + Z_{14} + Z_{23} + Z_{24}$) zwischen dem Element i und dem Element j zu ermitteln.

Wenn bei Schritt 6 die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen bei der Trägerwellenfrequenz, die bei Schritt 4 selektiert wurde, berechnet ist, löst dann das Programm bei Schritt 7 die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, die durch die Gleichung in Fig. 13 gezeigt sind, mit jener gegenseitigen Impedanz, um den elektrischen Strom zu berechnen, der durch die Antennenelemente fließt, die bei Schritt 2 segmentiert wurden.

Als nächstes berechnet das Programm bei Schritt 8 die Intensität des elektrischen Feldes, das durch den elektrischen

Strom angewendet wird, der bei Schritt 7 berechnet wurde, an einer Vielzahl von Meßpunkten (zum Beispiel 16 Punkte), die in der Testzone festgelegt sind und bei Schritt 3 eingegeben wurden. Die Verarbeitung für diese Berechnung wird gemäß den bekannten Maxwell'schen elektromagnetischen theoretischen Gleichungen ausgeführt. Als nächstes spezifiziert das Programm bei Schritt 9 den Maximalwert und Minimalwert der Intensität des elektrischen Feldes, das bei Schritt 8 berechnet wurde, und berechnet die Differenz zwischen diesen zwei Intensitäten des elektrischen Feldes, um den Gleichförmigkeitsgrad des elektrischen Feldes in der Testzone zu prüfen.

Als nächstes prüft das Programm bei Schritt 10, ob die Differenz der Intensitäten des elektrischen Feldes, die bei Schritt 9 berechnet wurde, kleiner als ein zulässiges Abschwächungsverhältnis (zum Beispiel 6 dB) ist, das bei Schritt 3 eingegeben wurde. Wenn durch diese Prüfverarbeitung beurteilt wird, daß sie nicht kleiner als das zulässige Abschwächungsverhältnis ist, geht das Programm zu Schritt 11 über, wo der Abstand zwischen der Antenne und der Testzone vergrößert wird, so daß die Differenz kleiner als das zulässige Abschwächungsverhältnis wird. Es sei erwähnt, daß dann, wenn der Abstand vergrößert wird, die Gleichförmigkeit des elektrischen Feldes in der Testzone verbessert wird, so daß es nicht erforderlich ist, die Prüfverarbeitung für die Trägerwellenfrequenzen zu wiederholen, für die die Gleichförmigkeitsprüfung des elektrischen Feldes bis dahin beendet worden ist.

Wenn bei Schritt 10 beurteilt wird, daß die Differenz kleiner als das zulässige Abschwächungsverhältnis ist, oder wenn bei Schritt 10 beurteilt wird, daß die Differenz nicht kleiner als das zulässige Abschwächungsverhältnis ist und der Abstand bei Schritt 11 verändert wird, so daß die Distanz kleiner als das zulässige Abschwächungsverhältnis wird, geht das Programm zu Schritt 12 über (Verarbeitungsablauf von Fig. 8), wo es den Minimalwert der Intensität des elektrischen Feldes, der bei Schritt 8 jetzt berechnet wurde, und den Minimalwert der Intensität des elektrischen Feldes, der in der Vergangenheit berechnet wurde, (und in dem Arbeitsbereich gehalten wird (siehe WA in Fig. 3)) vergleicht.

Als nächstes beurteilt das Programm bei Schritt 13, ob der Minimalwert der Intensität des elektrischen Feldes, der gerade berechnet wurde, gemäß der Vergleichsverarbeitung bei Schritt 12 kleiner als jener der Vergangenheit ist. Falls beurteilt wird, daß er kleiner ist, geht das Programm zu Schritt 14 über, wo es den Minimalwert der Intensität des elektrischen Feldes aktualisiert, der in dem obigen Arbeitsbereich gehalten wird, und kehrt dann zu Schritt 4 für die Verarbeitung der nächsten Trägerwellenfrequenz zurück. Falls umgekehrt beurteilt wird, daß er größer ist, kehrt das Programm zu Schritt 4 für die Verarbeitung der nächsten Trägerwellenfrequenz zurück, ohne die Verarbeitung von Schritt 14 auszuführen.

Durch Wiederholen der Verarbeitungen von Schritt 4 bis zu Schritt 14 wird der Abstand zwischen der Antenne und der Testzone ermittelt, der eine Differenz innerhalb des zulässigen Abschwächungsverhältnisses ergibt (zum Beispiel 6 dB). Wenn die Bestimmung des Abstandes beendet wird, indem bei Schritt 5 beurteilt wird, daß die Selektion aller Frequenzen beendet worden ist, geht das Programm zu Schritt 15 über, bei dem es den Wert der Wellenquelle der Antenne, die für die Simulation zu verwenden ist, unter Verwendung des Minimalwertes der Intensität des elektrischen Feldes bestimmt, der in dem Arbeitsbereich gehalten wird, des Wertes der Wellenquelle der Antenne, der als Anfangswert angenommen wurde, und der Intensität des elektrischen Feldes der Testbedingungen, die bei Schritt 3 eingegeben wurde (zum Beispiel 3 V/m).

Wenn die Intensität des elektrischen Feldes der Testbedingungen, die bei Schritt 3 eingegeben wurde, zum Beispiel 3 V/m beträgt und das Programm davon ausgeht, daß der Wert der Wellenquelle der Antenne 1 V beträgt (ursprünglich als komplexe Zahl ausgedrückt, da eine Phase enthalten ist), um den Abstand zwischen der Antenne und der Testzone zu bestimmen, wenn der Minimalwert der Intensität des elektrischen Feldes, der in dem Arbeitsbereich gehalten wird, zum Beispiel 1,5 V/m beträgt, bestimmt das Programm, daß der Wert der Wellenquelle der Antenne, die für die Simulation zu verwenden ist, gemäß der folgenden Proportionaloperation 2 V beträgt:

$$1 \text{ V} \times [3 \div 1,5] = 2 \text{ V}.$$

Ferner erzeugt das Programm schließlich bei Schritt 16 ein Antennenmodell gemäß den Informationen der Testbedingungen, die bei Schritt 3 eingegeben wurden, dem Abstand zwischen der Antenne und der Testzone, der gemäß der Verarbeitung von Schritt 11 schließlich bestimmt wurde, und dem Wert der Wellenquelle, der bei Schritt 15 bestimmt wurde, registriert dies in der Antennenmodellbibliothek 200 und beendet dann die Verarbeitung.

Gemäß dem Verarbeitungsablauf von Fig. 7 und Fig. 8A und 8B erzeugt das Antennenmodellerzeugungsprogramm 100 auf diese Weise ein Antennenmodell, das die Datenkonfiguration von Fig. 5 hat, und registriert dies in der Antennenmodellbibliothek 200.

Bei dem Verarbeitungsablauf löst das Antennenmodellerzeugungsprogramm 100 die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Trägerwellenfrequenz, um die Intensität des elektrischen Feldes, das durch den elektrischen Strom jener Frequenzkomponente angewendet wird, der durch die Antenne fließt, zu berechnen und dadurch den Abstand zwischen der Antenne und der Testzone zu bestimmen, aber es ist auch möglich, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Frequenz des oberen Seitenbandes oder die Frequenz des unteren Seitenbandes zu lösen, um die Intensität des elektrischen Feldes zu berechnen, das durch den elektrischen Strom von jenen Frequenzkomponenten angewendet wird, der durch die Antenne fließt, und den Abstand zwischen der Antenne und der Testzone zu bestimmen.

Als nächstes folgt gemäß dem Verarbeitungsablauf von Fig. 9 und Fig. 10 eine Erläuterung der Verarbeitung, die durch das Simulationsprogramm 300 ausgeführt wird. Hierbei wird bei dem Verarbeitungsablauf zur Vereinfachung der Erläuterung die Amplitudenmodulation verwendet. Demzufolge werden, wie in Fig. 6A gezeigt, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes angenommen.

Wenn ein Bediener eine elektronische Vorrichtung zur Simulation und ein Konfigurations-ID eines Antennenmodells zur Verwendung bei der Simulation spezifiziert und eine Anforderung zur Simulation ausgibt, empfängt das Simulationsprogramm 300, wie durch den Verarbeitungsablauf von Fig. 9 und Fig. 10 gezeigt, zuerst bei Schritt (ST) 1 als Eingabe die Konfigurationsinformationen der zu simulierenden elektronischen Vorrichtung von der Konfigurationsdatendatei 2 der elektronischen Vorrichtung.

Als nächstes empfängt es bei Schritt 2 als Eingabe das Antennenmodell, das durch das spezifizierte Konfigurations-ID gekennzeichnet ist, von der Antennenmodellbibliothek 200 und empfängt dann bei Schritt 3 als Eingabe die Konfigurationsinformationen der Antenne, die durch das spezifizierte Konfigurations-ID gekennzeichnet ist, von der Antennenkonfigurationsdatendatei 4. Als nächstes segmentiert es bei Schritt 4 die eingegebene elektronische Vorrich-

tung und die Antenne, auf die die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren anzuwenden sind, in Elemente.

Als nächstes selektiert das Programm bei Schritt 5 eine Trägerwellenfrequenz aus dem Frequenzbereich der Trägerwelle, der in dem Antennenmodell spezifiziert ist, auf solche Weise, bei der sie zum Beispiel um 30 MHz inkremental erhöht wird. Als nächstes beurteilt es bei Schritt 6, ob alle Frequenzen selektiert worden sind. Wenn es beurteilt, daß die Selektion aller Frequenzen beendet ist, geht es zu Schritt 7 über, bei dem es die Resultate der Simulation an die Ausgabevorrichtung 3 ausgibt und die Verarbeitung beendet.

Wenn es andererseits bei Schritt 6 beurteilt, daß nicht alle Frequenzen selektiert worden sind, das heißt, wenn es beurteilt, daß bei Schritt 5 eine Trägerwellenfrequenz selektiert werden könnte, geht es zu Schritt 8 über, bei dem es die gegenseitige Impedanz zwischen Elementen, die bei Schritt 4 segmentiert wurden, bei der selektierten Trägerwellenfrequenz gemäß dem obigen Berechnungsverfahren berechnet.

Als nächstes beurteilt das Programm bei Schritt 9, ob die Wellenquelle der zu simulierenden elektronischen Vorrichtung berücksichtigt werden sollte. Wenn es beurteilt, daß sie nicht berücksichtigt zu werden braucht, das heißt, wenn es beurteilt, daß die Frequenz, die eine höhere harmonische Komponente enthält, von der Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung nicht die selektierte Trägerwellenfrequenz überlappt, oder daß sie diese überlappt, aber der Wert der Wellenquelle klein ist und deshalb die Wellenquelle ignoriert werden kann, geht das Programm zu Schritt 10 über, bei dem es die Simultangleichungen für die Trägerwellenfrequenz nach dem Momentenverfahren (nur die Wellenquelle der Antenne existiert) mit der gegenseitigen Impedanz löst, die bei Schritt 8 berechnet wurde, um den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente zu berechnen, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, die bei Schritt 4 segmentiert wurde.

Als nächstes geht das Programm zu Schritt 11 über (Verarbeitungsablauf von Fig. 10), bei dem es den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, die bei Schritt 4 segmentiert wurde, gemäß einer Proportionaloperation berechnet, wobei es den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente verwendet, der bei Schritt 10 berechnet wurde, den Wert der Wellenquelle der Antenne bei der Trägerwellenfrequenz und den Wert der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des oberen Seitenbandes, und es berechnet den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, die bei Schritt 4 segmentiert wurde, gemäß einer Proportionaloperation, wobei es den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente verwendet, der bei Schritt 10 berechnet wurde, den Wert der Wellenquelle der Antenne bei der Trägerwellenfrequenz und den Wert der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des unteren Seitenbandes.

Das heißt, wenn der elektrische Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt und bei Schritt 10 berechnet wurde, durch I_c ausgedrückt wird, der elektrische Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, durch I_H ausgedrückt wird, der elektrische Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, durch I_L ausgedrückt wird, der Wert V_c der Wellenquelle der Antenne bei der Trägerwellenfrequenz durch " $V_c = a_c + jb_c$ " ausgedrückt wird, der Wert V_H der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des oberen Seitenbandes durch " $V_H = a_H + jb_H$ " ausgedrückt

wird und der Wert V_L der Wellenquelle der Antenne bei der Frequenz des unteren Seitenbandes durch " $V_L = a_L + jb_L$ " ausgedrückt wird, wird der elektrische Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, gemäß der folgenden Proportionaloperation berechnet:

$$I_H = I_c \times [(a_H + jb_H)/(a_c + jb_c)]$$

und wird der elektrische Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, gemäß der folgenden Proportionaloperation berechnet:

$$I_L = I_c \times [(a_L + jb_L)/(a_c + jb_c)].$$

Als nächstes verwendet das Programm bei Schritt 15 die elektrischen Ströme, die bei Schritt 10 und Schritt 11 ermittelt wurden, um die Spannung zu berechnen, die an einer Position zwischen den Leiterelementen erzeugt wird, die durch den Bediener spezifiziert wird.

Die Verarbeitung für diese Berechnung wird ausgeführt, indem die Spannung $V_p(\omega)$ zwischen Leiterelementen wie folgt berechnet wird:

$$V_p(\omega) = -\sum_{n=1}^M I_n(\omega) Z_{pn}(\omega)$$

wobei $\Sigma n = 1$ bis M ist,

wenn die Position p zwischen Leiterelementen spezifiziert ist, der elektrische Strom, der durch ein Element n fließt, durch $I_n(\omega)$ bezeichnet wird und die gegenseitige Impedanz zwischen der Position p , zwischen Leiterelementen und dem Element n durch $Z_{pn}(\omega)$ bezeichnet wird.

Wenn diese Berechnungsformel erläutert wird, gilt dann, wie in Fig. 14 gezeigt, falls ein Widerstand R zwischen dem Leiter des Leiterelementes $p1$ und des Leiterelementes $p2$ eingefügt wird, auf der Basis der Grenzbedingung, daß das elektrische Feld an den Leitern Null wird, die in Fig. 15A gezeigte Gleichung. Demgemäß wird der elektrische Strom I_p zwischen Leitern durch die in Fig. 15B gezeigte Gleichung ermittelt und daraus wird die Spannung V_p zwischen Leitern durch die in Fig. 15C gezeigte Gleichung ermittelt. Da in Wirklichkeit kein Strom zwischen Leitern fließt, ist in der in Fig. 15C gezeigten Gleichung " $R \rightarrow \infty$, $I_{p1}, I_{p2} \rightarrow 0$ ". Daraus wird die Gleichung (Fig. 15C) ermittelt.

Das heißt, diese Gleichung wird hergeleitet, indem man die Spannung quer über einen Widerstand erzeugen läßt; der virtuell zwischen den Leitern eingesetzt wird, die man erhielte, falls der Widerstand einen unendlich großen Widerstandswert hätte.

Bei Schritt 15 berechnet das Programm die Spannung, die an einer Position zwischen spezifizierten Leiterelementen erzeugt wird. Als nächstes beurteilt es bei Schritt 16, ob der elektrische Strom, der durch ein Element fließt, das durch den Bediener spezifiziert ist, eine vorgeschriebene Schwelle überschreitet und ob die Spannung, die an der Position zwischen Leiterelementen erzeugt wird und bei Schritt 15 berechnet wurde, eine vorgeschriebene Schwelle überschreitet, registriert es die Resultate seiner Beurteilung und kehrt dann zur Verarbeitung der nächsten Trägerwellenfrequenz zu Schritt 5 zurück.

Hierbei werden die Schwellen zum Beispiel durch einen Dialog mit dem Bediener so festgelegt, daß dann, falls die Schwellen überschritten werden, die Möglichkeit besteht, daß eine elektronische Schaltungskomponente, die an dem spezifizierten Element positioniert ist, auf Grund von Rauschen fehlerhaft funktioniert.

Wenn das Programm andererseits bei Schritt 9 beurteilt,

daß die Wellenquelle der simulierten elektronischen Vorrichtung berücksichtigt werden muß, geht das Programm zu Schritt 13 über, wo es eine LDU-Zerlegung bezüglich der gegenseitigen Impedanz $Z(z_{ij})$, die bei Schritt 8 berechnet wurde, gemäß den LDU-Zerlegungsregeln für eine Matrix anwendet. Das heißt, es wendet eine LDU-Zerlegung auf die gegenseitige Impedanz $Z(z_{ij})$ an, wie in Fig. 16 gezeigt. Hierbei gilt für die Matrix $D(d_{ij})$ und die Matrix $L(l_{ij})$ folgendes:

$$d_{ii} = z_{ii} - \sum d_{kk} l_{ik}^2$$

Dabei ist Σ die Summe für $k = 1$ bis $(i-1)$, wobei $i = 1$ bis n ist.

$$l_{ij} = [z_{ij} - \sum d_{kk} l_{ik} l_{jk}] / d_{jj}$$

Dabei ist Σ die Summe für $k = 1$ bis $(j-1)$, wobei $i = 1$ bis n und $j < i$ ist.

$$l_{ii} = 1$$

Dabei ist $i = 1$ bis n .

Als nächstes löst das Programm bei Schritt 14 die Simultangleichungen für die Trägerwellenfrequenz nach dem Momentenverfahren (Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung und Wellenquelle der Antenne existieren) mit der gegenseitigen Impedanz, die durch die LDU-Zerlegung bei Schritt 13 erhalten wurde, um den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente zu berechnen, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, die bei Schritt 4 segmentiert wurde, löst die Simultangleichungen für die Frequenz des oberen Seitenbandes nach dem Momentenverfahren (Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung und Wellenquelle der Antenne existieren) mit der gegenseitigen Impedanz, die durch die LDU-Zerlegung bei Schritt 13 erhalten wurde, um den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes zu berechnen, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, die bei Schritt 4 segmentiert wurde, und löst die Simultangleichungen für die Frequenz des unteren Seitenbandes nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch die LDU-Zerlegung bei Schritt 13 erhalten wurde, um den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes zu berechnen, der durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließt, die bei Schritt 4 segmentiert wurde.

Beim Lösen der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren wird die gegenseitige Impedanz Z der LDU-Zerlegung unterzogen, wie in Fig. 16 gezeigt:

$$Z = LDU = LD^T L$$

Demgemäß werden die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren unter Verwendung der LDU-zerlegten gegenseitigen Impedanz Z definiert als:

$$[LD^T L][I] = [V]$$

Daraus ergibt sich, daß die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren der Lösung von

$$[D^T L][I] = [X] \text{ und } [L][X] = [V]$$

äquivalent werden. Die Gleichungen können mit hoher Geschwindigkeit gelöst werden, da die Matrix triangulär zerlegt wird.

Dadurch werden unter Verwendung der LDU-zerlegten

gegenseitigen Impedanz, die der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes gemeinsam ist, zum Lösen der drei Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit hoher Geschwindigkeit (größere Anzahl im Fall der Impulsmodulation) der elektrische Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente, der elektrische Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes und der elektrische Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes, die durch die Elemente der elektronischen Vorrichtung fließen, mit hoher Geschwindigkeit berechnet.

Als nächstes verwendet das Programm bei Schritt 15 die elektrischen Ströme, die bei Schritt 14 gemäß dem obigen Verfahren ermittelt wurden, um die Spannung zu berechnen, die an einer Position zwischen Leiterelementen erzeugt wird, die durch den Bediener spezifiziert ist, beurteilt dann bei Schritt 16, ob der elektrische Strom, der durch ein Element fließt, das durch den Bediener spezifiziert ist, eine vorgeschriebene Schwelle überschreitet, und beurteilt, ob die Spannung, die an der Position zwischen Leiterelementen erzeugt wird und bei Schritt 15 berechnet wurde, eine vorgeschriebene Schwelle überschreitet, registriert die Resultate der obigen Beurteilung und kehrt dann zur Verarbeitung der nächsten Trägerwellenfrequenz zu Schritt 5 zurück.

Wenn das Programm bei Schritt 6 beurteilt, daß die Selektion aller Frequenzen durch Wiederholen der Verarbeitungen von Schritt 5 bis Schritt 16 (außer der Verarbeitung von Schritt 7) auf die obige Weise beendet worden ist, geht das Programm zu Schritt 7 über, bei dem es die Resultate der Simulation, die bei Schritt 10, Schritt 11, Schritt 14 und Schritt 16 erhalten wurden, an die Ausgabevorrichtung 3 gemäß der vorgeschriebenen Ausgabeart ausgibt und die Verarbeitung beendet.

Auf diese Weise simuliert das Simulationsprogramm 300 gemäß dem Verarbeitungsablauf von Fig. 9 und Fig. 10 den elektrischen Strom, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, auf die eine vorgeschriebene Intensität eines elektrischen Feldes von einer Antenne angewendet wird, und simuliert die Spannung, die in der elektronischen Vorrichtung erzeugt wird.

Dabei verwendet das Simulationsprogramm 300 das Antennenmodell, das in der Antennenmodellbibliothek 200 registriert ist, um die Testbedingungen zu bestimmen. Das Antennenmodell enthält, wie oben erläutert, die Testbedingungen zum Anwenden der vorgeschriebenen Intensität eines elektrischen Feldes für die elektronische Vorrichtung, so daß das Simulationsprogramm 300 unter Verwendung des Antennenmodells sofort eine vorgeschriebene Intensität eines elektrischen Feldes ohne Verarbeitung des Typs des systematischen Probierens auf die elektronische Vorrichtung anwenden kann und sofort die Wirkung auf die elektronische Vorrichtung simulieren kann, wenn die vorgeschriebene Intensität des elektrischen Feldes angewendet wird.

Bei Schritt 13 dieses Verarbeitungsablaufs wandte das Simulationsprogramm 300 eine LDU-Zerlegung auf die gegenseitige Impedanz an, aber es ist auch möglich, eine LU-Zerlegung auf die gegenseitige Impedanz anzuwenden.

Das heißt, es ist auch möglich, wie in Fig. 17 gezeigt, eine LU-Zerlegung auf die gegenseitige Impedanz gemäß den LU-Zerlegungsregeln für eine Matrix anzuwenden. Hierbei gilt für die Matrix $D(d_{ij})$, die Matrix $L(l_{ij})$ und die Matrix $U(u_{ij})$ folgendes:

$$u_{ij} = z_{ij} - \sum l_{ik} u_{kj}^2$$

Dabei ist Σ die Summe für $k = 1$ bis $(i-1)$, wobei $j = 1$ bis n , $i = 1$ bis j , $i \leq j$ ist.

$$l_{ij} = [z_{ij} - \sum_{k=1}^{j-1} l_{ik} l_{kj}] / u_{ij}$$

Dabei ist Σ die Summe für $k = 1$ bis $(j-1)$, wobei $i = 1$ bis n , $j = 1$ bis $(i-1)$, $j < i$ ist.

$$l_{ii} = 1$$

Dabei ist $i = 1$ bis n .

Die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren werden unter Verwendung der LU-zerlegten gegenseitigen Impedanz Z definiert als:

$$[LU][I] = [V]$$

Dadurch werden die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren der Lösung von

$$[U][I] = [X] \text{ und } [L][X] = [V]$$

äquivalent werden. Die Gleichungen können mit hoher Geschwindigkeit gelöst werden, da die Matrix triangulär zerlegt wird. Deshalb kann die gegenseitige Impedanz auch einer LU-Zerlegung unterzogen werden.

Unten wird die vorliegende Erfindung eingehender erläutert:

Wenn eine Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, amplitudenmoduliert wird, wird sie, falls die Funkwelle in dem Frequenzbereich expandiert wird, wie in Fig. 6A gezeigt, in die Trägerwelle zerlegt, die die Frequenz f_c hat, in die Welle des oberen Seitenbandes, die die Frequenz $(f_c + f_m)$ hat, und in die Welle des unteren Seitenbandes, die die Frequenz $(f_c - f_m)$ hat.

Wenn demzufolge der elektrische Strom, der auf Grund einer Wellenquelle mit der Frequenz $(f_c - f_m)$ durch ein Element fließt, durch $[I_1]$ ausgedrückt wird, der elektrische Strom, der auf Grund einer Wellenquelle mit der Frequenz f_c , durch ein Element fließt, durch $[I_2]$ ausgedrückt wird, der elektrische Strom, der auf Grund einer Wellenquelle mit der Frequenz $(f_c + f_m)$ durch ein Element fließt, durch $[I_3]$ ausgedrückt wird, der Wert einer Wellenquelle mit einer Frequenz $(f_c - f_m)$ durch $[V_1]$ ausgedrückt wird, der Wert einer Wellenquelle mit einer Frequenz f_c durch $[V_2]$ ausgedrückt wird, der Wert einer Wellenquelle mit einer Frequenz $(f_c + f_m)$ durch $[V_3]$ ausgedrückt wird, die gegenseitige Impedanz bei einer Frequenz $(f_c - f_m)$ durch $[Z(f_c - f_m)]$ ausgedrückt wird, die gegenseitige Impedanz bei einer Frequenz f_c durch $[Z(f_c)]$ ausgedrückt wird und die gegenseitige Impedanz bei einer Frequenz $(f_c + f_m)$ durch $[Z(f_c + f_m)]$ ausgedrückt wird, kann der elektrische Strom, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, durch Lösen der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren wie folgt ermittelt werden:

$$[Z(f_c - f_m)][I_1] = [V_1]$$

$$[Z(f_c)][I_2] = [V_2]$$

$$[Z(f_c + f_m)][I_3] = [V_3]$$

Um eine Lösung der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit hoher Geschwindigkeit zu realisieren, wendet die vorliegende Erfindung unter Berücksichtigung von:

$$(f_c - f_m) \approx f_c \approx (f_c + f_m)$$

das Näherungsverfahren an:

$$[Z(f_c - f_m)] = [Z(f_c)] = [Z(f_c + f_m)]$$

Unter Verwendung dieses Verfahrens berechnet das Programm zuerst zum Beispiel $[Z(f_c)]$. Natürlich ist es auch möglich, $[Z(f_c - f_m)]$ zu berechnen, $[Z(f_c + f_m)]$ zu berechnen oder die gegenseitige Impedanz bei einer anderen Frequenz zu berechnen, die dicht bei der Trägerwellenfrequenz f_c liegt, aber es ist vorzuziehen, $[Z(f_c)]$ zu berechnen, da die Trägerwellenfrequenz f_c in der Bandmitte positioniert ist.

Falls zum Beispiel $[Z(f_c)]$ berechnet wird, wird der elektrische Strom, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, durch Lösen der drei Simultangleichungen des Momentenverfahrens ermittelt:

$$[Z(f_c)][I_1] = [V_1]$$

$$[Z(f_c)][I_2] = [V_2]$$

$$[Z(f_c)][I_3] = [V_3]$$

Falls es möglich ist, die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung zu ignorieren, bleibt beim Lösen der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren dann nur die einzelne Wellenquelle der Antenne als Wellenquelle übrig. Auf Grund dessen gilt folgende Beziehung:

$$V_1 : V_2 : V_3 = I_1 : I_2 : I_3$$

so daß es nicht notwendig ist, die drei Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen. Der elektrische Strom wird ermittelt, indem nur eine von diesen gelöst wird, und die elektrischen Ströme der verbleibenden Frequenzkomponenten werden durch Proportionaloperationen ermittelt.

Wenn in diesem Fall die Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, impulsmoduliert wird, ist eine Vielzahl von Frequenzen der oberen Seite und Frequenzen der unteren Seite vorhanden, aber auch in diesem Fall wird nur eine der vielen (die wie oben definiert sind) Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren gelöst, und die elektrischen Ströme der verbleibenden Frequenzkomponenten werden durch Proportionaloperationen ermittelt.

Falls es andererseits beim Lösen der obigen Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren nicht möglich ist, die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung zu ignorieren, und deshalb die oben erwähnte Proportionalbeziehung zwischen dem elektrischen Strom und der Wellenquelle nicht gilt, ist es dann erforderlich, die drei Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen (im Fall der Impulsmodulation ist es eine größere Anzahl von Simultangleichungen).

Da auch in diesem Fall angenommen wird, daß die gegenseitigen Impedanzen allen gemeinsam sind, reicht es aus, die gegenseitige Impedanz nur einmal zu berechnen, wodurch es möglich ist, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit hoher Geschwindigkeit zu lösen.

Ferner kann dabei die LDU-Zerlegung oder LU-Zerlegung auf die gegenseitige Impedanz angesichts dessen angewendet werden, daß die gegenseitige Impedanz allen gemeinsam ist. Die Verarbeitungszeit, die erforderlich ist, nimmt auf Grund der LDU-Zerlegung oder LU-Zerlegung zu, aber die Verwendung einer LDU-zerlegten oder LU-zerlegten gegenseitigen Impedanz ermöglicht es, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit hoher Geschwindigkeit zu lösen. Wenn auf Grund dessen zwei oder mehr Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren

zu lösen sind, kann die Gesamtverarbeitungszeit außerordentlich reduziert werden. Wenn eine Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, impulsmoduliert wird (Impulsmodulation), ist dieses Verfahren extrem effektiv.

Während es in dem Verarbeitungsablauf von Fig. 9 und Fig. 10 nicht erläutert ist, gibt es zwei Fälle, bei denen die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung für einige Simultangleichungen von der Vielzahl von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren ignoriert werden kann. Das heißt, im Fall der Amplitudenmodulation sind drei Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren vorhanden, während im Fall der Impulsmodulation eine größere Anzahl von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren vorhanden ist, aber manchmal ist es möglich, die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung für einige Simultangleichungen von ihnen zu ignorieren.

Während es in solch einem Fall erforderlich ist, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für jene der Wellenquellen der elektronischen Vorrichtung zu lösen, die nicht ignoriert werden können, ist es möglich, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für eine von jenen der Wellenquellen der elektronischen Vorrichtung, die ignoriert werden können, zu lösen und die elektrischen Ströme für die verbleibenden durch Proportionaloperationen zu ermitteln. Auch in diesem Fall wird die gegenseitige Impedanz nur einmal berechnet.

Wenn zum Beispiel die Basisfrequenz einer Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung 200 MHz bei " $f_c = 800$ MHz, $f_m = 1$ kHz" ist, kann die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung für " $f_c = 800$ MHz" nicht ignoriert werden, aber die Wellenquellen der elektronischen Vorrichtung für " $f_c - f_m = 799,999$ MHz" und " $f_c + f_m = 800,001$ MHz" können ignoriert werden.

In diesem Fall wird die Simultangleichung nach dem Momentenverfahren für " $f_c = 800$ MHz" gelöst, und die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren wird für eine von " $f_c - f_m = 799,999$ MHz" und " $f_c + f_m = 800,001$ MHz" gelöst, zum Beispiel für " $f_c - f_m = 799,999$ MHz", um die elektrischen Ströme der Frequenzkomponente zu berechnen, während die Komponente des elektrischen Stroms von " $f_c + f_m = 800,001$ MHz" durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des berechneten Stroms von 799,999 MHz, der Wellenquelle der Antenne bei 799,999 MHz und des Wertes der Wellenquelle der Antenne bei 800,001 MHz ermittelt wird.

In diesem Fall ist es erforderlich, zwei Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren im Fall der Amplitudenmodulation zu lösen, während es erforderlich ist, wenigstens zwei Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren im Fall der Impulsmodulation zu lösen. Demzufolge ist es vorzuziehen, die LDU-Zerlegung oder LU-Zerlegung auf die gegenseitige Impedanz anzuwenden, wie oben erläutert, und die zerlegte gegenseitige Impedanz zum Lösen der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu verwenden.

Diese Ausführungsform ging von der Lösung der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, die in Fig. 13 gezeigt sind, nur unter Berücksichtigung der gegenseitigen Impedanz aus, aber die vorliegende Erfindung kann so wie sie ist auch auf den Fall der Lösung der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, die in Fig. 18 gezeigt sind, unter Berücksichtigung der Existenz eines Dielektrikums angewendet werden.

Die Lösung der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, die in Fig. 18 gezeigt sind, erfordert nicht nur die Berechnung der gegenseitigen Impedanz Z_{ij} , sondern auch die der gegenseitigen Admittanz Y_{ij} und der gegenseitigen Reaktion B_{ij} zwischen Elementen. Falls die Simultan-

gleichungen nach dem Momentenverfahren, die in Fig. 18 gezeigt sind, gelöst werden, werden der elektrische Strom, der auf der Oberfläche des Dielektrikums fließt, und der magnetische Strom, der auf der Oberfläche des Dielektrikums fließt, berechnet.

Es sei erwähnt, daß in der Gleichung von Fig. 18 $I_{c,n}$ den elektrischen Strom bezeichnet, der durch Metall fließt, daß $I_{d,n}$ den elektrischen Strom bezeichnet, der auf der Oberfläche des Dielektrikums fließt, M_n der magnetische Strom ist, der auf der Oberfläche des Dielektrikums fließt, der hochgestellte Index 0 der Wert in Luft ist, der hochgestellte Index d der Wert im Dielektrikum ist, der Suffix c Metall und der Suffix d ein Dielektrikum ist.

Wenn die vorteilhaften Effekte der Erfindung zusammengefaßt werden, ist es möglich, wie oben erläutert, da die Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld eines Aspektes der vorliegenden Erfindung die Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, in eine Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes teilt und das Momentenverfahren verwendet, um die Wirkung der Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch Berechnen der gegenseitigen Impedanz für nur eine Frequenzkomponente zu simulieren, wobei jene gegenseitige Impedanz verwendet wird, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Trägerwellenfrequenz zu lösen, um den elektrischen Strom der Trägerwellenfrequenzkomponente zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Frequenz des oberen Seitenbandes gelöst werden, um den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des oberen Seitenbandes zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Frequenz des unteren Seitenbandes gelöst werden, um den elektrischen Strom der Frequenzkomponente des unteren Seitenbandes zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, den elektrischen Strom mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Da ferner die Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld eines anderen Aspektes der vorliegenden Erfindung eine Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, in eine Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes teilt und das Momentenverfahren verwendet, um die Wirkung einer Funkwelle zu simulieren, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, indem die gegenseitige Impedanz für nur eine Frequenzkomponente berechnet wird, jene gegenseitige Impedanz verwendet wird, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für eine der Frequenzen zu lösen, während die Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, um den elektrischen Strom von jener Frequenzkomponente zu berechnen, der durch eine elektronische Vorrichtung fließt, und die elektrischen Ströme der verbleibenden Frequenzkomponenten durch Proportionaloperationen berechnet werden, ist es möglich, den elektrischen Strom, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren.

Da die Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld noch eines anderen Aspektes der vorliegenden Erfindung des weiteren eine Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt

wird, in eine Trägerwelle, eine Welle des oberen Seitenbandes und eine Welle des unteren Seitenbandes teilt und das Momentenverfahren verwendet, um die Wirkung einer Funkwelle zu simulieren, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, indem die gegenseitige Impedanz für nur eine Frequenzkomponente berechnet wird, jene gegenseitige Impedanz verwendet wird, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für die Frequenz zu lösen, welche die Frequenz einer Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung überlappt, um den elektrischen Strom jener Frequenzkomponente zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für nur einen der elektrischen Ströme der nichtüberlappenden Frequenzkomponenten gelöst werden, um den elektrischen Strom jener Frequenzkomponente zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, und der elektrische Strom der verbleibenden Frequenzkomponenten durch Proportionaloperationen berechnet wird, ist es möglich, den elektrischen Strom, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren.

Da die Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld noch eines anderen Aspektes der vorliegenden Erfindung weiterhin das Momentenverfahren verwendet, um die Wirkung einer Funkwelle zu simulieren, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, indem im voraus Antenneninformationen vorbereitet werden, die eine vorgeschriebene Intensität eines elektrischen Feldes auf eine elektronische Vorrichtung realisieren, und jene Antenneninformationen verwendet werden, um die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren zu lösen, um den elektrischen Strom zu berechnen, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, wenn eine Simulationsanforderung vorliegt, ist es möglich, den elektrischen Strom, der auf Grund der Anwendung der vorgeschriebenen Intensität eines elektrischen Feldes auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren.

Auf diese Weise wird es gemäß der Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld der vorliegenden Erfindung möglich, den elektrischen Strom, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt, mit hoher Geschwindigkeit zu simulieren.

Während die Erfindung unter Bezugnahme auf spezifische Ausführungsformen beschrieben worden ist, die für Darstellungszwecke ausgewählt wurden, sollte die Fachwelt wissen, daß zahlreiche Abwandlungen an ihr vorgenommen werden könnten, ohne vom Grundkonzept und Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elementen segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch

gekennzeichnet, daß sie versehen ist mit:

einem ersten Berechnungsmittel zum Bestimmen einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz,

wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz und

einem zweiten Berechnungsmittel zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel berechnet wurde, für die Trägerwellenfrequenz, die Frequenz des oberen Seitenbandes und die Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

2. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie ferner versehen ist mit:

einem Zerlegungsmittel zum Anwenden von einer der LU-Zerlegung und LDU-Zerlegung auf eine Matrix der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel berechnet wurde,

bei der das zweite Berechnungsmittel die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren unter Verwendung der Matrix von gegenseitigen Impedanzen löst, die durch das Zerlegungsmittel zerlegt wurde.

3. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elementen segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß sie versehen ist mit:

einem ersten Berechnungsmittel zum Bestimmen einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz, wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz und

einem zweiten Berechnungsmittel zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel berechnet wurde, während eine Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, für eine der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und

einem dritten Berechnungsmittel zum Berechnen der elektrischen Ströme, außer dem elektrischen Strom, der durch das zweite Berechnungsmittel berechnet wurde, die auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließen, durch Proportionaloperationen unter Verwendung des elektrischen Stroms, der durch das zweite Be-

rechnungsmittel berechnet wurde, und eines Wertes einer Wellenquelle der Antenne.

4. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elementen segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß sie versehen ist mit:

einem ersten Berechnungsmittel zum Bestimmen einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz, wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz und

einem zweiten Berechnungsmittel zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel berechnet wurde, für diejenige von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, die eine Frequenz einer Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung überlappt, die eine höhere harmonische Komponente enthält, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt,

einem dritten Berechnungsmittel zum Lösen der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel berechnet wurde, für eine der Frequenzen, die bei der Berechnung durch das zweite Berechnungsmittel nicht verwendet wurden, um den elektrischen Strom zu berechnen, der nicht der elektrische Strom ist, der durch das zweite Berechnungsmittel berechnet wurde, und auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und

einem vierten Berechnungsmittel zum Berechnen des elektrischen Stroms, außer den elektrischen Strömen, die durch die zweiten und dritten Berechnungsmittel berechnet wurden, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des elektrischen Stroms, der im dritten Berechnungsmittel berechnet wurde, und eines Wertes einer Wellenquelle der Antenne.

5. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie ferner versehen ist mit:

einem Zerlegungsmittel zum Anwenden von einer der LU-Zerlegung und LDU-Zerlegung auf eine Matrix der gegenseitigen Impedanz, die durch das erste Berechnungsmittel berechnet wurde, bei der die zweiten und dritten Berechnungsmittel die Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren unter Verwendung der Matrix der gegenseitigen Impedanz lösen, die durch das Zerlegungsmittel zerlegt wurde.

6. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Berechnungsmittel eine repräsentative Frequenz von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes bestimmt.

7. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn ein Dielektrikum berücksichtigt wird, eine gegenseitige Admittanz und gegenseitige Reaktion zwischen Elementen bei der repräsentativen Frequenz zusätzlich zu der gegenseitigen Impedanz berechnet werden und eine Verarbeitung gemäß Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren unter Berücksichtigung eines Dielektrikums mit der gegenseitigen Impedanz, der gegenseitigen Admittanz und der gegenseitigen Reaktion ausgeführt wird.

8. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, die einen elektrischen Strom simuliert, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch eine elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß sie versehen ist mit: einem Verwaltungsmittel zum Verwalten von Antenneninformationen zum Realisieren einer vorgeschriebenen Intensität eines elektrischen Feldes für die elektronische Vorrichtung,

einem Erfassungsmittel zum Erfassen von Antenneninformationen, die für die Simulation verwendet werden, von dem Verwaltungsmittel, wenn eine Anforderung zur Simulation ausgegeben wird, und

einem Berechnungsmittel zum Segmentieren der elektronischen Vorrichtung und einer Antenne, die durch die Antenneninformationen spezifiziert ist, die durch das Erfassungsmittel erfaßt wurden, in Elemente, zum Berechnen einer gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen und Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

9. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sie ferner versehen ist mit:

einem Bestimmungsmittel zum Bestimmen oder Einstellen einer Schwellenspannung für eine Position zwischen spezifizierten Leitelementen und

einem Alarmmittel zum Vergleichen einer Spannung, die an einer spezifizierten Position zwischen Leitelementen erzeugt wird und hergeleitet wird, indem man die Spannung quer über einen Widerstand erzeugen läßt, der virtuell oder virtuell zwischen den Leitern eingefügt wird, und die man erhielte, falls der Widerstand einen unendlich großen Widerstandswert hätte, und der Schwellenspannung, die durch das Bestimmungsmittel bestimmt wurde, und zum Ausgeben von Informationen bezüglich dessen, ob die genannte Spannung die Schwellenspannung überschreitet oder nicht.

10. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie ferner versehen ist mit:

einem ersten Rechenmittel zum Annehmen eines Zustandes, bei dem keine elektronische Vorrichtung vorhanden ist, Segmentieren der Antenne, die in dem Verwaltungsmittel zu registrieren ist, in Elemente, Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen diesen Elementen und Lösen der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, welche die Beziehung zwischen der berechneten gegenseitigen Impedanz, der Wellenquelle der Antenne und einem elektrischen Strom definieren, der durch die Elemente fließt, um die elektrischen Ströme zu berechnen, die durch diese Antennenelemente fließen,

einem zweiten Rechenmittel zum Berechnen der Intensität des elektrischen Feldes, welches der elektrische Strom, der durch das erste Berechnungsmittel berechnet wurde, in der elektronischen Vorrichtung verursacht, an verschiedenen Installationsstellen, und einem Ausführungsmittel zum Verändern des Abstandes zwischen der Antenne und der elektronischen Vorrichtung und des Wertes der Wellenquelle der Antenne, um den spezifischen Abstand und Wert der Wellenquelle zu bestimmen, die die vorgeschriebene Intensität des elektrischen Feldes ergeben, die durch das zweite Berechnungsmittel berechnet wurde, und zum Registrieren der so vorgeschriebenen Antenneninformationen in dem Verwaltungsmittel.

11. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Berechnungsmittel Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren für eine Frequenz von einer Trägerwellenfrequenz, Frequenz des oberen Seitenbandes und Frequenz des unteren Seitenbandes löst, um den elektrischen Strom zu berechnen, der durch die Antenne fließt.

12. Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld nach irgendeinem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß dann, wenn ein Dielektrikum berücksichtigt wird, eine gegenseitige Admittanz und gegenseitige Reaktion zwischen Elementen bei der repräsentativen Frequenz zusätzlich zu der gegenseitigen Impedanz berechnet werden und eine Verarbeitung gemäß Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren unter Berücksichtigung eines Dielektrikums mit der gegenseitigen Impedanz, der gegenseitigen Admittanz und der gegenseitigen Reaktion ausgeführt wird.

13. Verfahren zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld, bei dem eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elemente segmentiert werden, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet wird und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren gelöst werden, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die Elemente fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß es enthält:

einen ersten Verarbeitungsschritt zum Bestimmen einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz, wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz,

einen zweiten Verarbeitungsschritt zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die bei dem ersten Verarbeitungsschritt berechnet wurde, während eine Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, für eine von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und

einen dritten Verarbeitungsschritt zum Berechnen der elektrischen Ströme, außer dem elektrischen Strom, der bei dem zweiten Verarbeitungsschritt berechnet wurde, die auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließen, durch Proportionaloperationen unter Verwendung des elektrischen Stroms, der bei dem zweiten Verarbeitungsschritt berechnet wurde, und eines Wertes einer Wellenquelle der Antenne.

14. Programmspeichermedium, das Programme speichert, die zum Realisieren einer Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld verwendet werden, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elemente segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm zur Ausführung durch einen Computer speichert:

eine erste Berechnungsverarbeitung zum Bestimmen einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz, wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz und

eine zweite Berechnungsverarbeitung zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die bei der ersten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, für die Trägerwellenfrequenz, Frequenz des oberen Seitenbandes und Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

15. Programmspeichermedium, das Programme speichert, die zum Realisieren einer Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld verwendet werden, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elemente segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm zur Ausführung durch einen Computer speichert:

eine erste Berechnungsverarbeitung zum Bestimmen

multangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die bei dem ersten Verarbeitungsschritt berechnet wurde, während eine Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, für eine von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und

einen dritten Verarbeitungsschritt zum Berechnen der elektrischen Ströme, außer dem elektrischen Strom, der bei dem zweiten Verarbeitungsschritt berechnet wurde, die auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließen, durch Proportionaloperationen unter Verwendung des elektrischen Stroms, der bei dem zweiten Verarbeitungsschritt berechnet wurde, und eines Wertes einer Wellenquelle der Antenne.

14. Programmspeichermedium, das Programme speichert, die zum Realisieren einer Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld verwendet werden, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elemente segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm zur Ausführung durch einen Computer speichert:

eine erste Berechnungsverarbeitung zum Bestimmen einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz, wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz und

eine zweite Berechnungsverarbeitung zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die bei der ersten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, für die Trägerwellenfrequenz, Frequenz des oberen Seitenbandes und Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

15. Programmspeichermedium, das Programme speichert, die zum Realisieren einer Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld verwendet werden, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elemente segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm zur Ausführung durch einen Computer speichert:

eine erste Berechnungsverarbeitung zum Bestimmen

einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz, wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz und

eine zweite Berechnungsverarbeitung zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die bei der ersten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, während eine Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung ignoriert wird, für eine von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund der Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und

eine dritte Berechnungsverarbeitung zum Berechnen der elektrischen Ströme, außer dem elektrischen Strom, der bei der zweiten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, die auf Grund der Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließen, durch Proportionaloperationen unter Verwendung des elektrischen Stroms, der bei der zweiten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, und eines Wertes einer Wellenquelle der Antenne.

16. Programmspeichermedium, das Programme speichert, die zum Realisieren einer Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld verwendet werden, die eine Antenne und elektronische Vorrichtung in Elemente segmentiert, eine gegenseitige Impedanz zwischen Elementen berechnet und Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren löst, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu simulieren, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm zur Ausführung durch einen Computer speichert:

eine erste Berechnungsverarbeitung zum Bestimmen einer repräsentativen Frequenz bezüglich einer Trägerwellenfrequenz, wenigstens einer Frequenz des oberen Seitenbandes und wenigstens einer Frequenz des unteren Seitenbandes und zum Berechnen der gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen bei jener repräsentativen Frequenz und

eine zweite Berechnungsverarbeitung zum Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die bei der ersten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, für diejenige von der Trägerwellenfrequenz, der Frequenz des oberen Seitenbandes und der Frequenz des unteren Seitenbandes, die eine Frequenz einer Wellenquelle der elektronischen Vorrichtung überlappt, die eine höhere harmonische Komponente enthält, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund der Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt,

eine dritte Berechnungsverarbeitung zum Lösen der Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren mit der gegenseitigen Impedanz, die bei der ersten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, für eine der Frequenzen, die bei der zweiten Berechnungsverarbeitung nicht verwendet wurden, um den elektrischen Strom zu berechnen, der nicht der elektrische Strom ist, der bei

der zweiten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, und auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, und

eine vierte Berechnungsverarbeitung zum Berechnen des elektrischen Stroms, außer den elektrischen Strömen, die bei den zweiten und dritten Berechnungsverarbeitungen berechnet wurden, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt, durch eine Proportionaloperation unter Verwendung des elektrischen Stroms, der bei der dritten Berechnungsverarbeitung berechnet wurde, und eines Wertes einer Wellenquelle der Antenne.

17. Programmspeichermedium, das ein Programm speichert, das zum Realisieren einer Vorrichtung zum Berechnen der Immunität gegenüber einem abgestrahlten elektromagnetischen Feld verwendet wird, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Programm zur Ausführung durch einen Computer speichert:

eine Erfassungsverarbeitung zum Zugreifen auf ein Verwaltungsmittel zum Verwalten von Antenneninformationen zum Realisieren einer vorgeschriebenen Intensität eines elektrischen Feldes für die elektronische Vorrichtung, um Antenneninformationen von dem Verwaltungsmittel zu erfassen, wenn eine Anforderung zur Simulation ausgegeben wird, und

eine Berechnungsverarbeitung zum Segmentieren der elektronischen Vorrichtung und einer Antenne, die durch die Antenneninformationen spezifiziert ist, die durch die Erfassungsverarbeitung erfaßt werden, in Elemente, zum Berechnen einer gegenseitigen Impedanz zwischen Elementen und Lösen von Simultangleichungen nach dem Momentenverfahren, die eine Beziehung zwischen der gegenseitigen Impedanz, einer Wellenquelle und einem elektrischen Strom definieren, der durch die elektronische Vorrichtung fließt, um den elektrischen Strom zu berechnen, der auf Grund einer Funkwelle, die durch eine Antenne abgestrahlt wird, durch die elektronische Vorrichtung fließt.

Hierzu 18 Seite(n) Zeichnungen

Fig.18

$$\begin{bmatrix} Z^{0c,c} & Z^{0c,d} & B^{0c,d} \\ Z^{0d,c} & Z^{0d,d} + Z^{dd,d} & B^{0d,d} + B^{dd,d} \\ B^{0d,c} & B^{0d,d} + B^{dd,d} & -Y^{0d,d} - Y^{dd,d} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{c,n} \\ I_{d,n} \\ M_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_i \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Fig.16

$$Z = LDU = L D^t L =$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & \dots & 0 \\ l_{21} & 1 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_{11} & 0 & \dots & \dots & 0 \\ 0 & \dots & \dots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & d_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & l_{21} & \dots & \dots & l_{n1} \\ 0 & 1 & \dots & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \ddots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Fig.15A

$$I_p(Z_{pp}+R)+I_{p1} Z_{pp1}+I_{p2} Z_{pp2}+\sum_{n=1}^M I_n Z_{pn}=0$$

Fig.15B

$$I_p = \frac{-1}{Z_{pp}+R} [I_{p1} Z_{pp1}+I_{p2} Z_{pp2}+\sum_{n=1}^M I_n Z_{pn}]$$

Fig.15C

$$V_p = I_p R = \frac{-R}{Z_{pp}+R} [I_{p1} Z_{pp1}+I_{p2} Z_{pp2}+\sum_{n=1}^M I_n Z_{pn}]$$

Fig.14

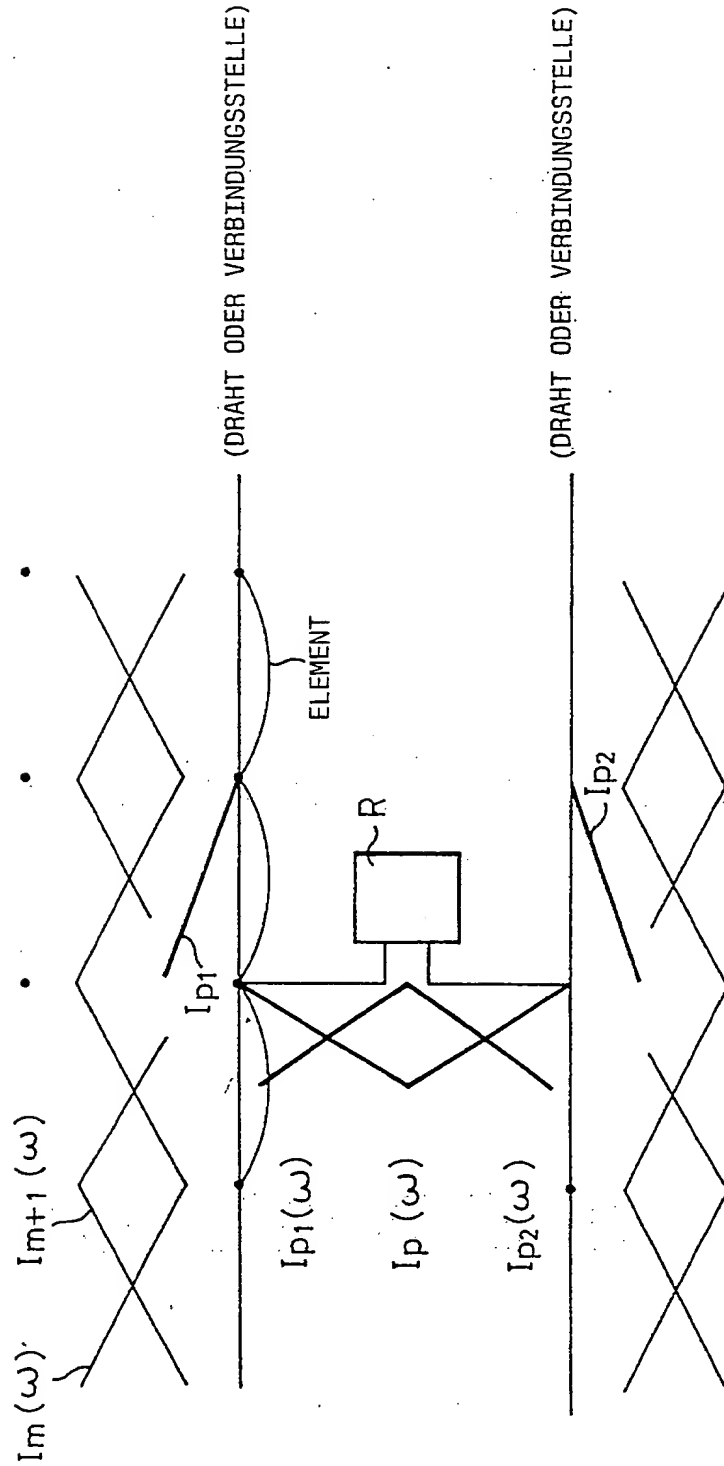


Fig.13

$$\begin{array}{c}
 \text{N: ANZAHL VON} \\
 \text{ELEMENTEN} \\
 \text{WELLENQUELLE}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{ELEKTRISCHER} \\
 \text{STROM}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{GEGENSEITIGE IMPEDANZ}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \begin{bmatrix}
 Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} & \cdot & \cdot & \cdot & Z_{1N} \\
 Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} & \cdot & \cdot & \cdot & Z_{2N} \\
 Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} & \cdot & \cdot & \cdot & Z_{3N} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 Z_{m1} & Z_{m2} & Z_{m3} & \cdot & \cdot & \cdot & Z_{mN} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 Z_{N1} & Z_{N2} & Z_{N3} & \cdot & \cdot & \cdot & Z_{NN}
 \end{bmatrix}
 &
 =
 &
 \begin{bmatrix}
 I_1 \\
 I_2 \\
 I_3 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 I_m \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 I_N
 \end{bmatrix}
 &
 =
 &
 \begin{bmatrix}
 V_1 \\
 V_2 \\
 V_3 \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 V_m \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 \cdot \\
 V_N
 \end{bmatrix}
 \end{array}$$

Fig.12A

$$Z = j\omega \int_s \left[\frac{\mu}{4\pi} J_1 J_2 \cos \phi \frac{e^{-jkr}}{r} + \frac{1}{4\pi \epsilon} \rho_1 \rho_2 \frac{e^{-jkr}}{r} \right] ds$$

Fig.12B

$$Z_{13} = \frac{j\omega \mu}{4\pi \sin kd_1 \sin kd_3} \int_{t_0}^{t_1} \int_{z_0}^{z_1} [\sin k(z-z_0) \sin k(t-t_0) \cos \phi_1 - \cos k(z-z_0) \cos k(t-t_0)] \frac{e^{-jkr}}{r} dz dt$$

$$Z_{14} = \frac{j\omega \mu}{4\pi \sin kd_1 \sin kd_4} \int_{t_1}^{t_2} \int_{z_0}^{z_1} [\sin k(z-z_0) \sin k(-t+t_2) \cos \phi_2 + \cos k(z-z_0) \cos k(-t+t_2)] \frac{e^{-jkr}}{r} dz dt$$

Fig.11

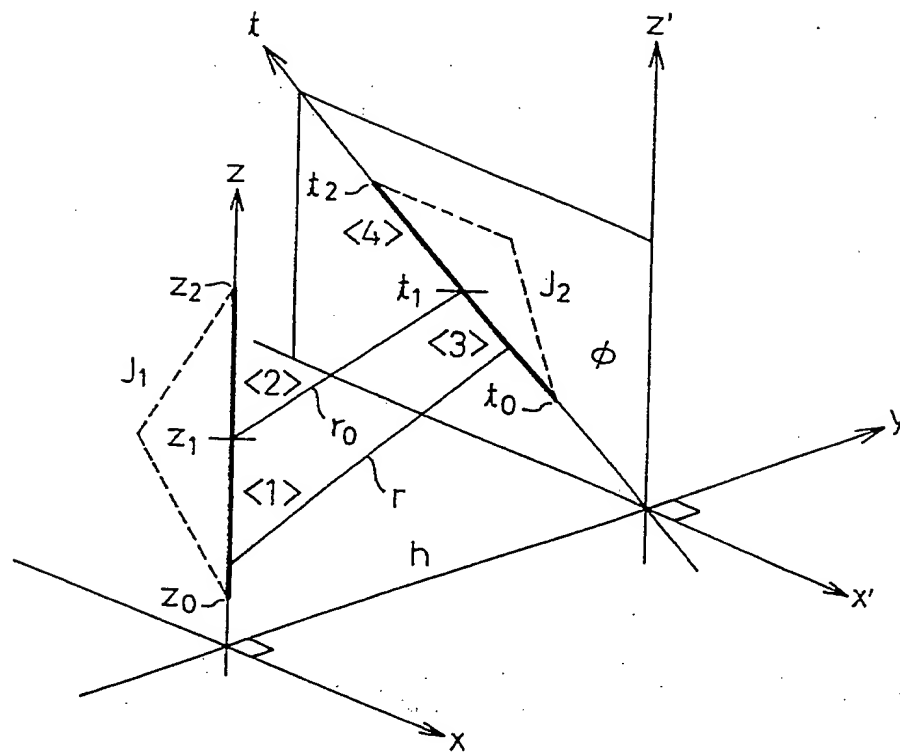


Fig.10

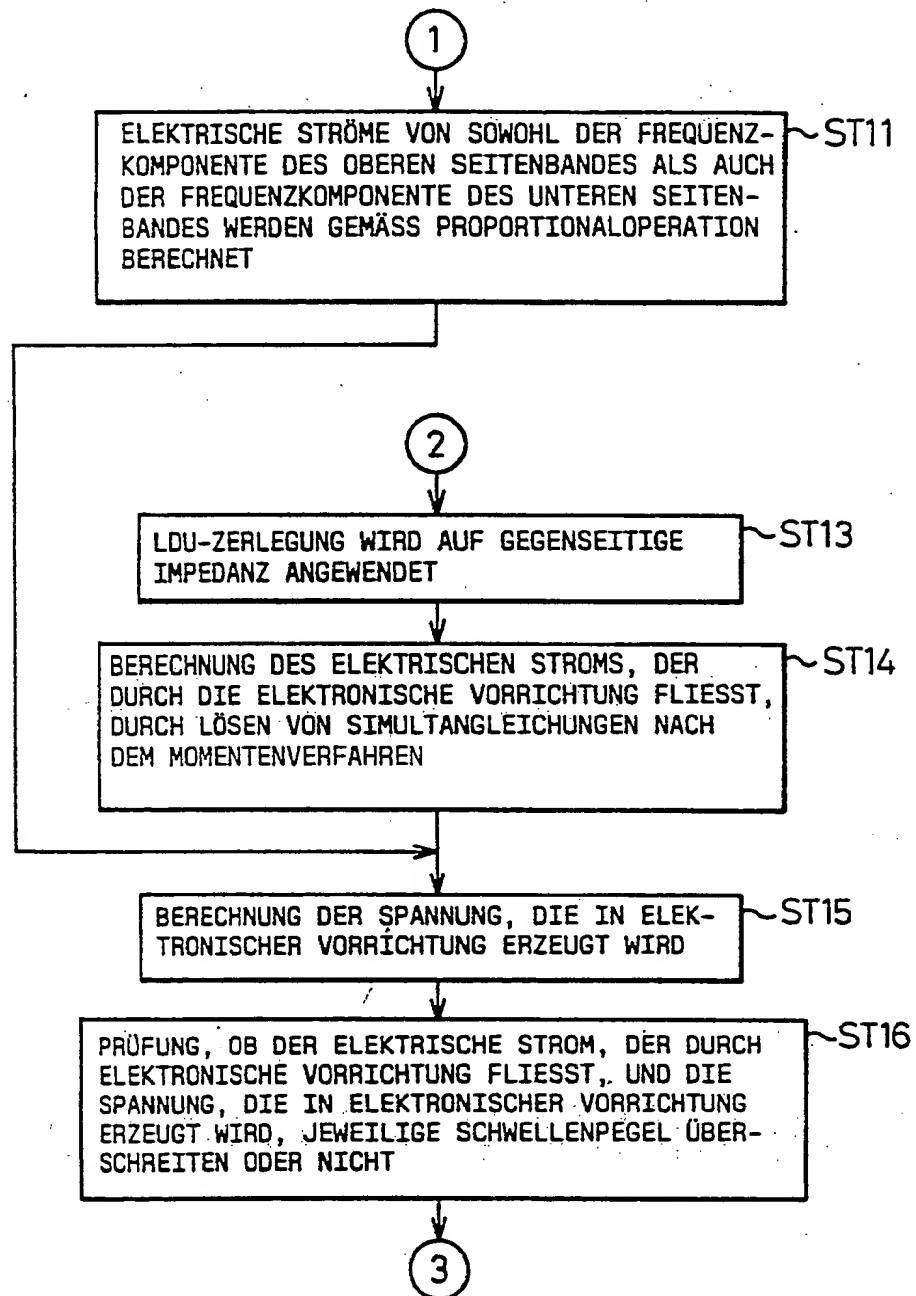


Fig.9

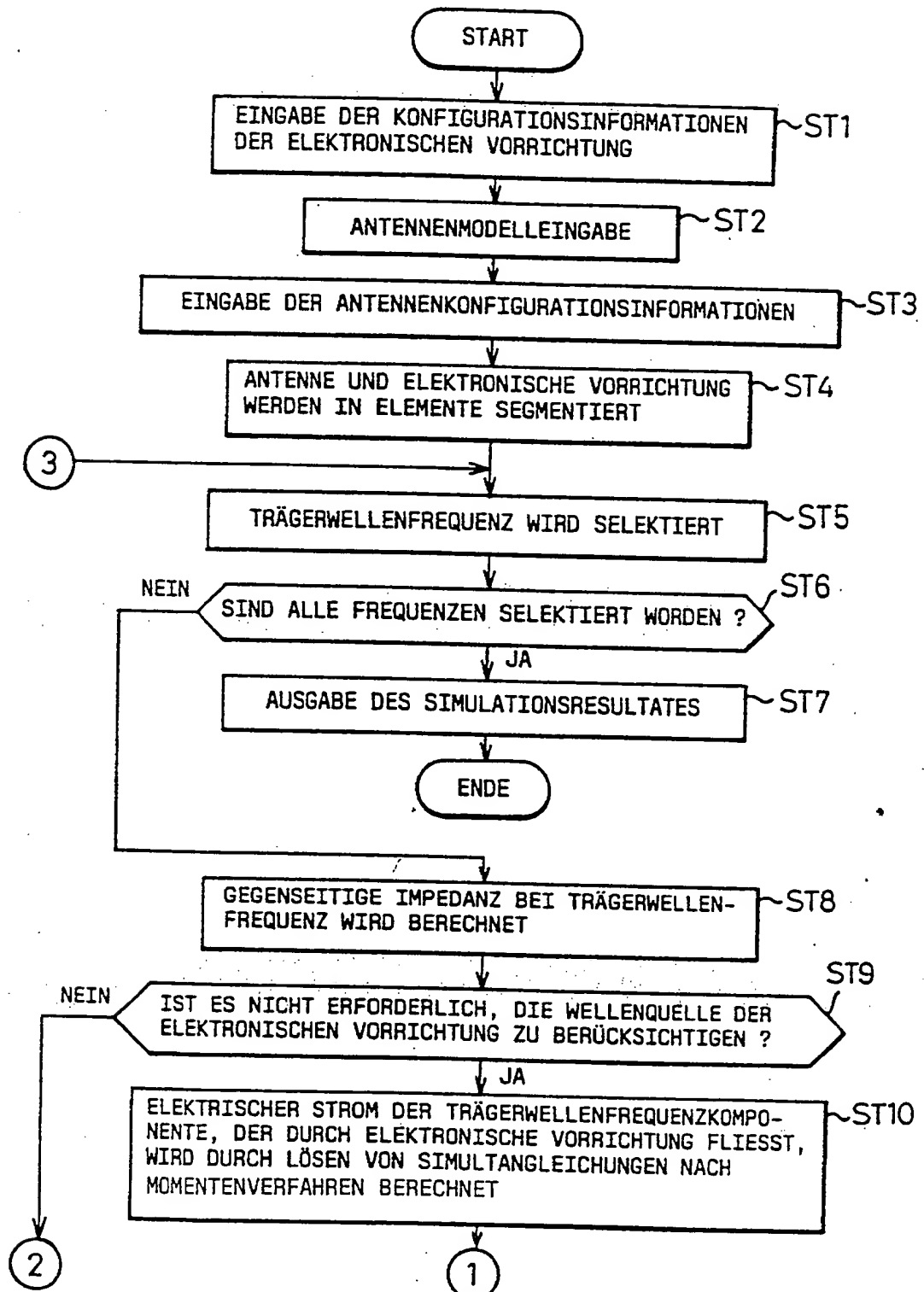


Fig.8A

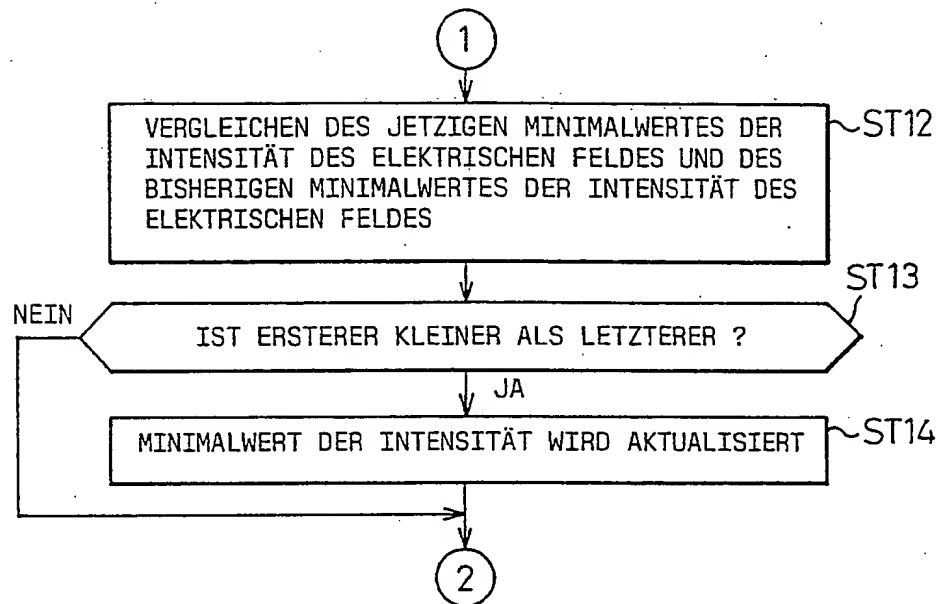


Fig.8B

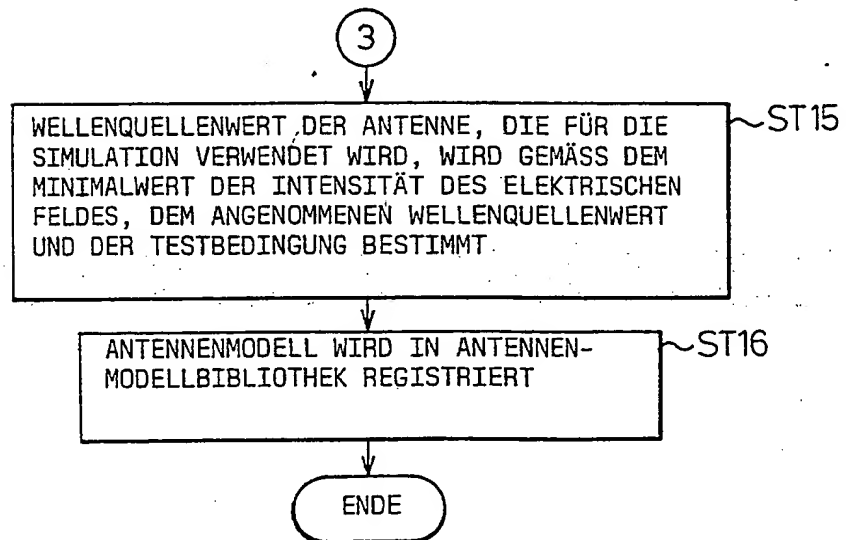


Fig.7

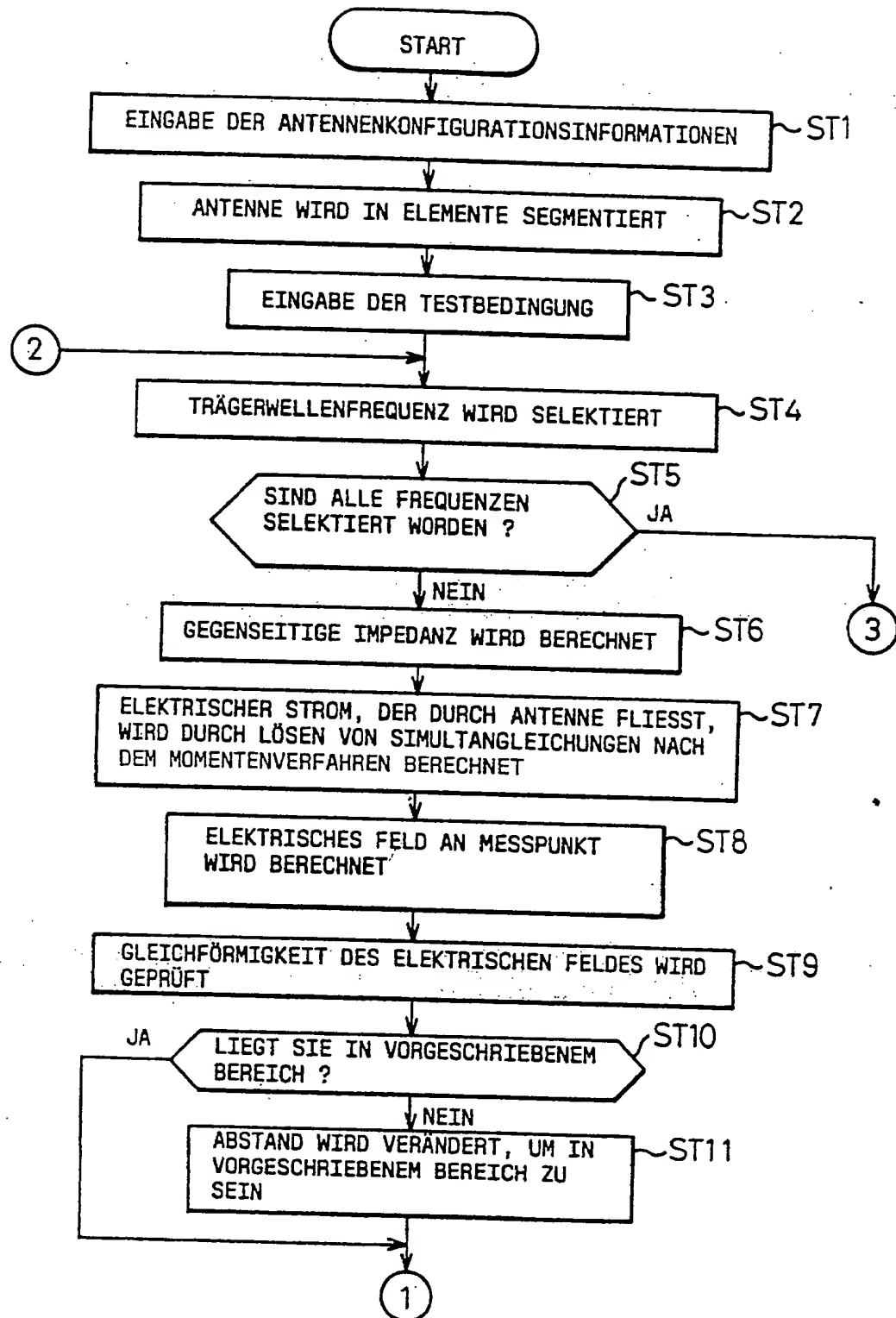


Fig. 6A

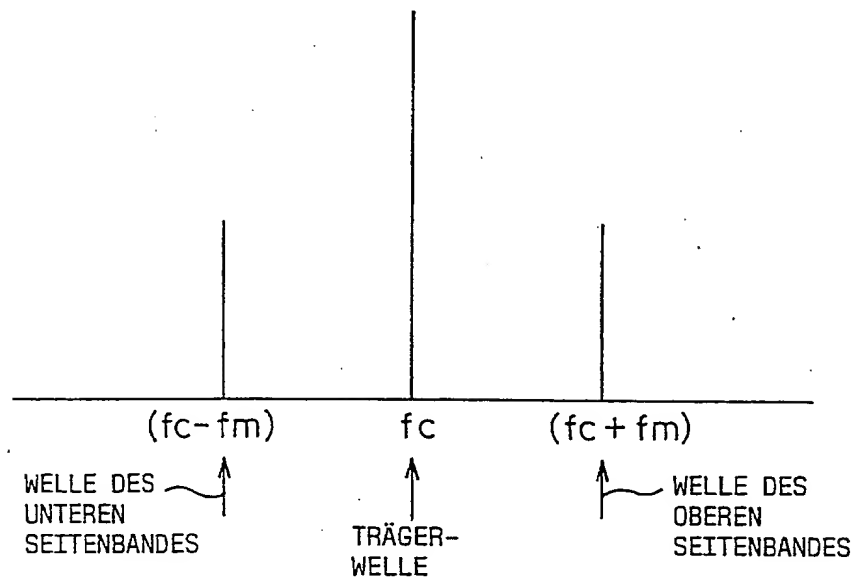
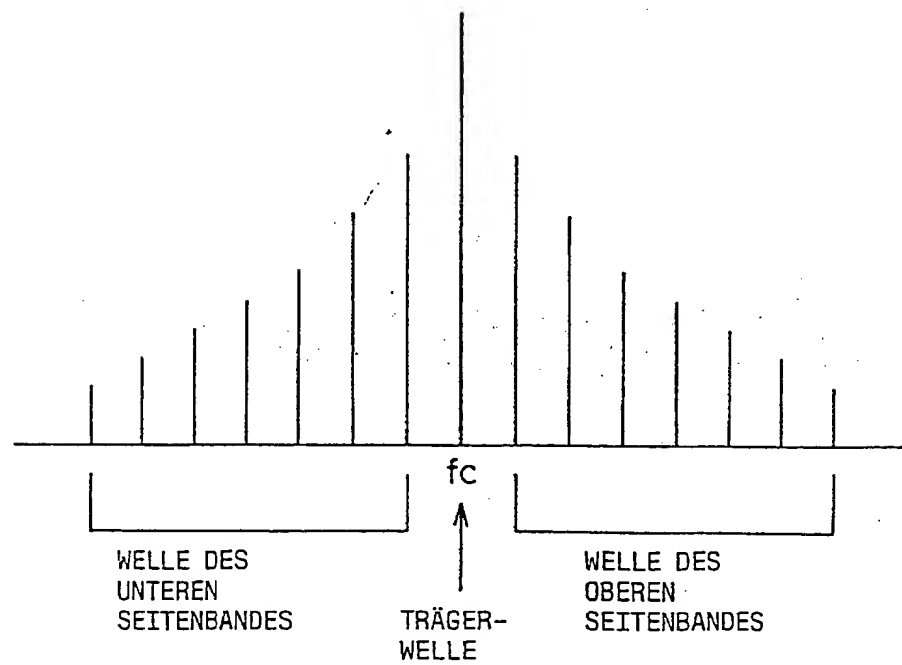


Fig. 6B



[illegible]

Fig. 4

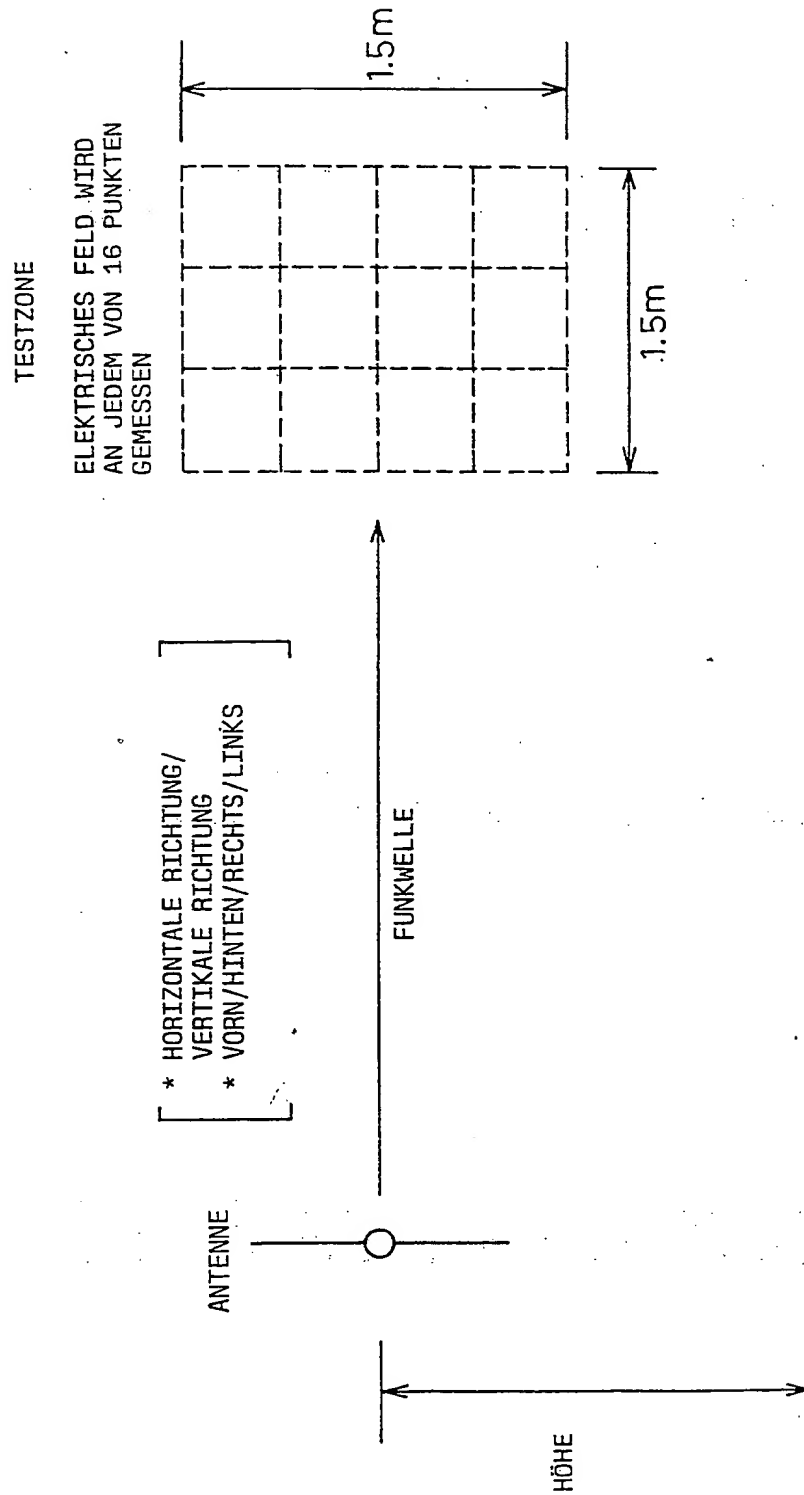


Fig.3

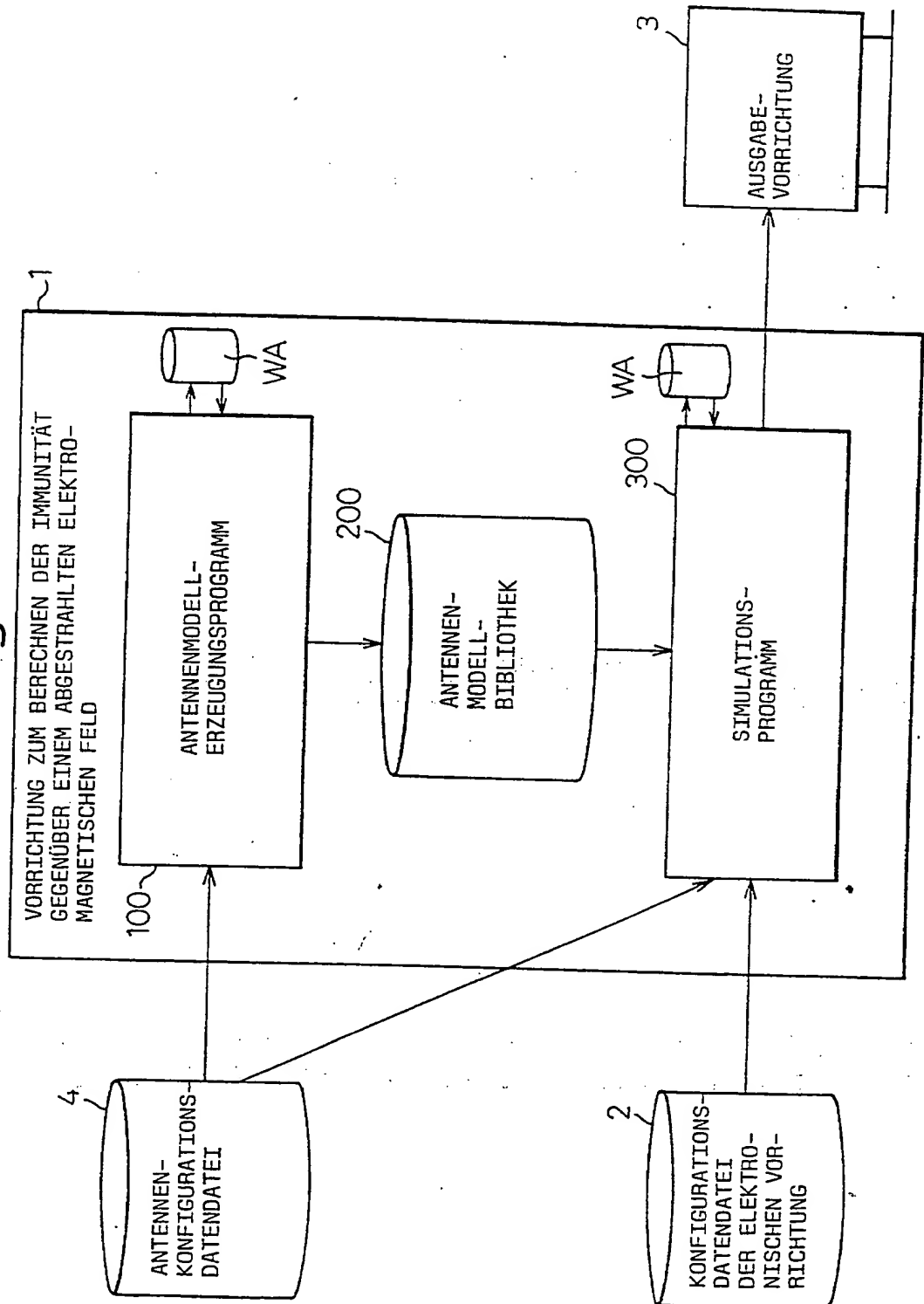


Fig.2

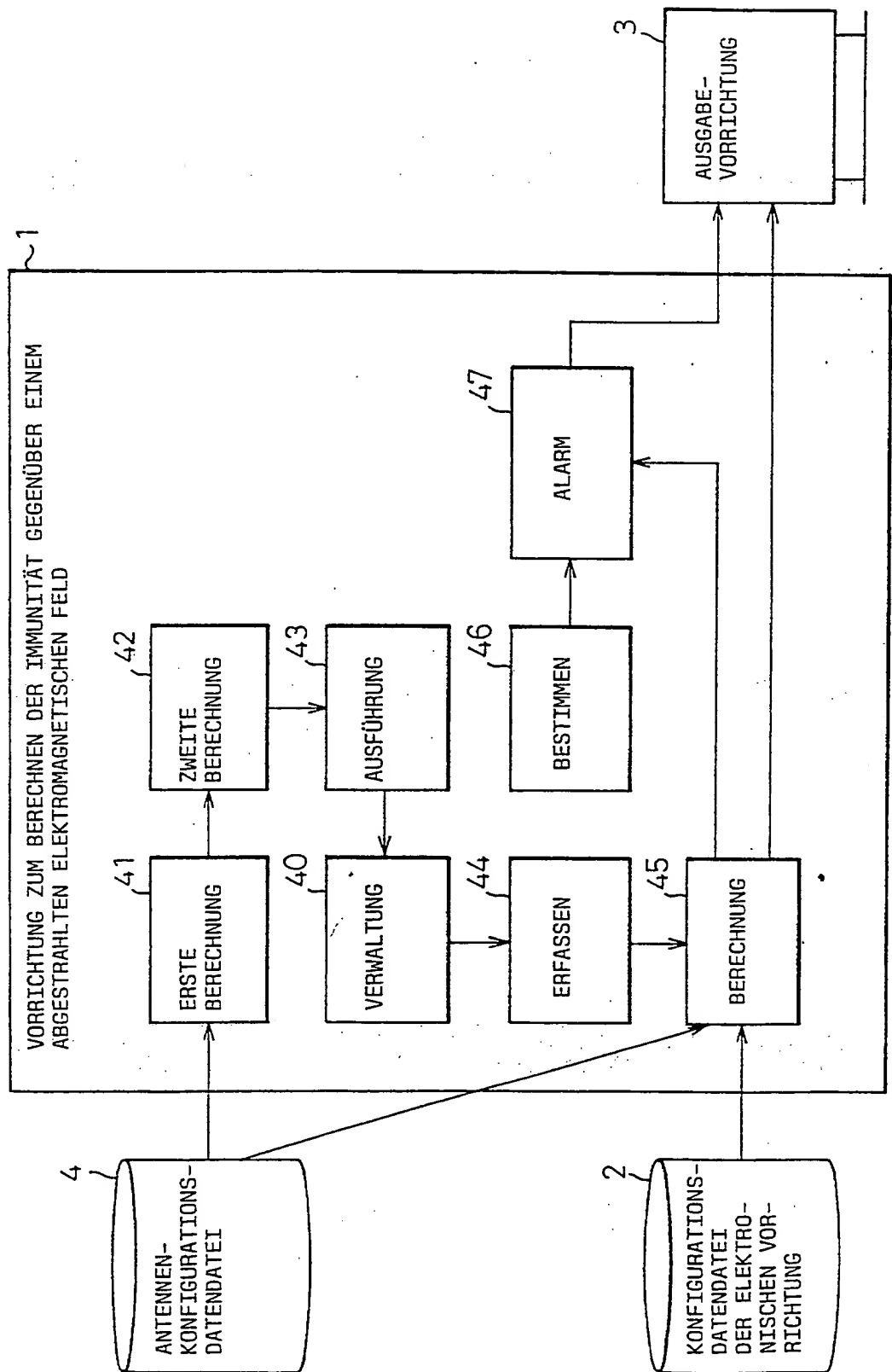


Fig.1A

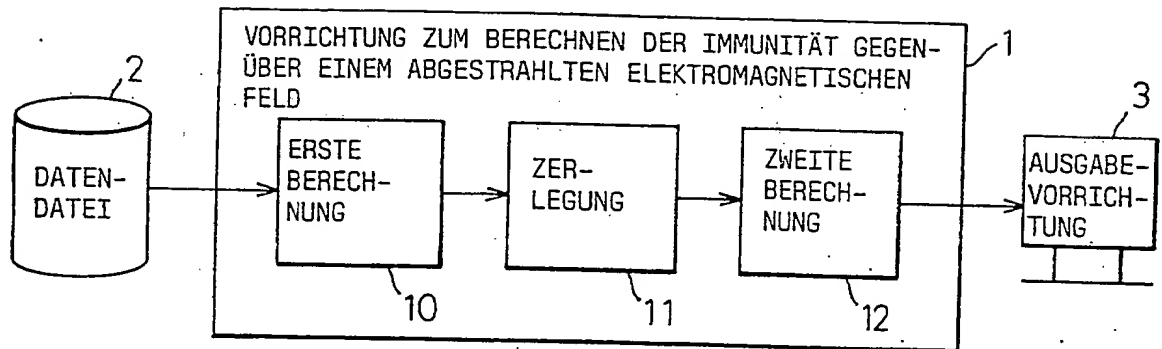


Fig.1B

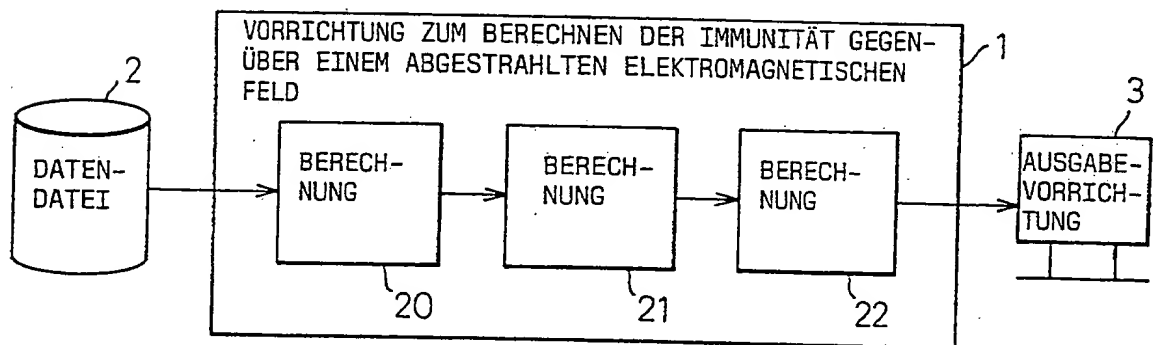
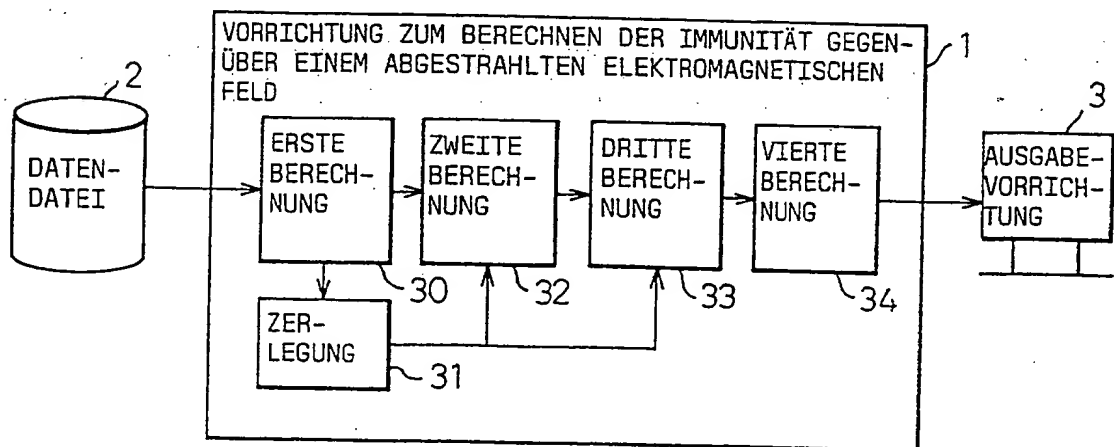


Fig.1C



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.